SIEMENS

SIMATIC

Hochverfügbare Systeme S7-400H

Systemhandbuch

12/2010
A5E00267693-07

Rechtliche Hinweise

Warnhinweiskonzept

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.

⚠GEFAHR
bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

⚠WARNUNG
bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

⚠VORSICHT
mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

VORSICHT
ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

ACHTUNG
bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zu dieser Dokumentation zugehörige Produkt/System darf nur von für die jeweilige Aufgabenstellung **qualifiziertem Personal** gehandhabt werden unter Beachtung der für die jeweilige Aufgabenstellung zugehörigen Dokumentation, insbesondere der darin enthaltenen Sicherheits- und Warnhinweise. Qualifiziertes Personal ist auf Grund seiner Ausbildung und Erfahrung befähigt, im Umgang mit diesen Produkten/Systemen Risiken zu erkennen und mögliche Gefährdungen zu vermeiden.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch von Siemens-Produkten

Beachten Sie Folgendes:

⚠WARNUNG
Siemens-Produkte dürfen nur für die im Katalog und in der zugehörigen technischen Dokumentation vorgesehenen Einsatzfälle verwendet werden. Falls Fremdprodukte und -komponenten zum Einsatz kommen, müssen diese von Siemens empfohlen bzw. zugelassen sein. Der einwandfreie und sichere Betrieb der Produkte setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung, Montage, Installation, Inbetriebnahme, Bedienung und Instandhaltung voraus. Die zulässigen Umgebungsbedingungen müssen eingehalten werden. Hinweise in den zugehörigen Dokumentationen müssen beachtet werden.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Siemens AG
Industry Sector
Postfach 48 48
90026 NÜRNBERG
DEUTSCHLAND

A5E00267693-07
℗ 12/2010

Inhaltsverzeichnis

Tabellen

Bilder

Vorwort 1

1.1 Vorwort

Zweck des Handbuchs

Die Informationen dieses Handbuchs ermöglichen es Ihnen, Bedienungen, Funktionsbeschreibungen und technische Daten der Zentralbaugruppen der S7–400H nachzuschlagen.

Wie Sie mit diesen und weiteren Baugruppen eine S7–400H aufbauen, also zum Beispiel diese Baugruppen montieren und verdrahten, ist beschrieben im Handbuch *Automatisierungssystem S7–400, Aufbauen.*

Erforderliche Grundkenntnisse

Zum Verständnis des Handbuchs sind allgemeine Kenntnisse auf dem Gebiet der Automatisierungstechnik erforderlich.

Außerdem werden Kenntnisse über die Verwendung von Computern oder PC–ähnlichen Arbeitsmitteln, z. B. Programmiergeräten, unter dem Betriebssystem Windows XP bzw. Vista vorausgesetzt. Da die S7–400H mit der Basissoftware STEP 7 projektiert wird, müssen Sie auch Kenntnisse im Umgang mit der Basissoftware haben. Diese Kenntnisse werden im Handbuch *Programmieren mit STEP 7* vermittelt.

Beachten Sie – insbesondere beim Einsatz einer S7–400H in explosionsgefährdeten Bereichen – die Hinweise über die elektrische Sicherheit elektronischer Steuerungen im Anhang des Handbuches *Automatisierungssystem S7–400, Aufbauen.*

Gültigkeitsbereich des Handbuchs

Das Handbuch ist gültig für folgende Komponenten:

- CPU 412–3H; 6ES7 412–3HJ14–0AB0 ab Firmware–Version V4.5
- CPU 414–4H; 6ES7 414–4HM14–0AB0 ab Firmware–Version V4.5
- CPU 417–4H; 6ES7 417–4HT14–0AB0 ab Firmware–Version V4.5

Notwendige Versionen bzw. Bestellnummern wichtiger Systemkomponenten

Systemkomponente	Notwendige Version bzw. Bestellnummer
Externer Master am PROFIBUS DP CP443–5 Extended	Bestell–Nr. 6GK7 443–5DX03–0XE0 ab Hardware–Stand 1 und ab Firmware–Version 5.1.4
	Bestell–Nr. 6GK7 443–5DX04–0XE0 ab Hardware–Stand 1 und ab Firmware–Version 6.4.0

Systemkomponente	Notwendige Version bzw. Bestellnummer
Kommunikationsbaugruppe CP443–1 (Industrial Ethernet, TCP / ISO–Transport)	6GK7 443–1EX10–0XE0 ab Hardwarestand 1 und Firmware–Version V2.6.7
	6GK7 443–1EX11–0XE0 ab Hardwarestand 1 und Firmware–Version V2.6.7
Kommunikationsbaugruppe CP443–5 Basic (PROFIBUS; S7–Kommunikation)	6GK7 443–5FX02–0XE0 ab Hardwarestand 2 und Firmware–Version 3.2

Hinweis

Bei den einzelnen Baugruppen können weitere Einschränkungen bestehen. Beachten Sie die Hinweise in den entsprechenden Produktinformationen und FAQs bzw. im SIMATIC NET Aktuell.

STEP 7 Hardware Update installieren

Zusätzlich zu STEP 7 benötigen Sie ein Hardware Update. Dieses erhalten Sie direkt über STEP 7 aus dem Internet. Führen Sie hierzu unter "STEP 7 -> Hardware konfigurieren" den Menübefehl "Extras -> HW-Updates installieren" aus.

Approbationen

Ausführliche Angaben zu den Zulassungen und Normen finden Sie im Referenzhandbuch *Automatisierungssystem S7–400, Baugruppendaten* im Kapitel 1.1, Normen und Zulassungen.

Online-Hilfe

Ergänzend zum Handbuch erhalten Sie bei der Nutzung der Software detaillierte Unterstützung durch die in die Software integrierte Online–Hilfe.

Das Hilfesystem kann über mehrere Schnittstellen erreicht werden:

- Im Menü **Hilfe** stehen mehrere Menübefehle zur Verfügung: **Hilfethemen** öffnet das Inhaltsverzeichnis der Hilfe. Die Hilfe zu H–Systemen finden Sie unter **Konfigurieren von H–Systemen**.
- **Hilfe benutzen** gibt detaillierte Anweisungen zum Umgang mit der Online–Hilfe.
- Die kontext–sensitive Hilfe bietet Informationen zum aktuellen Kontext, z.B. zu einem geöffneten Dialogfeld oder zu einem aktiven Fenster. Sie lässt sich über die Schaltfläche "Hilfe" oder über die Taste F1 aufrufen.
- Eine weitere Form kontext–sensitiver Hilfe bietet die Statuszeile. Zu jedem Menübefehl wird hier eine kurze Erklärung angezeigt, sobald sich der Mauszeiger auf dem Menübefehl befindet.
- Auch zu den Symbolen in der Funktionsleiste wird eine kurze Erläuterung eingeblendet, wenn der Mauszeiger kurze Zeit über den Symbolen verweilt.

Wenn Sie Informationen der Online–Hilfe lieber in gedruckter Form lesen möchten, können Sie einzelne Hilfethemen, Bücher oder die gesamte Hilfe auch ausdrucken.

Recycling und Entsorgung

Die S7–400H ist aufgrund ihres Aufbaus aus schadstoffarmen Materialien recyclingfähig. Für ein umweltverträgliches Recycling und die Entsorgung Ihres Altgerätes wenden Sie sich an einen zertifizierten Entsorgungsbetrieb für Elektronikschrott.

Weitere Unterstützung

Bei Fragen zur Nutzung der im Handbuch beschriebenen Produkte, die Sie hier nicht beantwortet finden, wenden Sie sich bitte an Ihren Siemens-Ansprechpartner in den für Sie zuständigen Vertretungen und Geschäftsstellen.

Ihren Ansprechpartner finden Sie unter:

Ansprechpartner (http://www.siemens.com/automation/partner)

Den Wegweiser zum Angebot an technischen Dokumentationen für die einzelnen SIMATIC-Produkte und Systeme finden Sie unter:

Dokumentation (http://www.automation.siemens.com/simatic/portal/html_00/techdoku.htm)

Den Online-Katalog und das Online-Bestellsystem finden Sie unter:

Katalog (http://mall.automation.siemens.com/)

H/F Competence Center

Zum Thema hochverfügbares Automatisierungssystem SIMATIC S7 bietet das H/F Competence Center in Nürnberg einen speziellen Workshop an. Außerdem hilft Ihnen das H/F Competence Center bei der Projektierung, bei der Inbetriebsetzung und bei Problemen vor Ort.
e–mail: hf-cc.aud@siemens.com

Trainingscenter

Um Ihnen den Einstieg in das Automatisierungssystem SIMATIC S7 zu erleichtern, bieten wir entsprechende Kurse an. Wenden Sie sich bitte an Ihr regionales Trainingscenter oder an das zentrale Trainingscenter.

Training (http://www.sitrain.com/index_de.html)

A&D Technical Support

Sie erreichen den Technical Support für alle Industry Automation Produkte über das Web-Formular für den Support Request:

Support Request (http://www.siemens.de/automation/support-request)

Weitere Informationen zu unserem Technical Support finden Sie im Internet unter:

Technical Support (http://support.automation.siemens.com)

Service & Support im Internet

Zusätzlich zu unserem Dokumentations-Angebot bieten wir Ihnen im Internet unser komplettes Wissen online an:

Service & Support (http://www.siemens.com/automation/service&support)

Dort finden Sie:

- Den Newsletter, der Sie ständig mit den aktuellsten Informationen zu Ihren Produkten versorgt.
- Die aktuellsten Dokumente über unsere Suche in Service & Support.
- Ein Forum, in welchem Anwender und Spezialisten weltweit Erfahrungen austauschen.
- Ihren Ansprechpartner für Automatisierungs vor Ort.
- Informationen über Vor–Ort Service, Reparaturen, Ersatzteile. Vieles mehr steht für Sie unter dem Begriff "Leistungen" bereit.

Hochverfügbare Automatisierungssysteme 2

2.1 Redundante Automatisierungssysteme der SIMATIC

Einsatzziele von redundanten Automatisierungssystemen

In der Praxis werden redundante Automatisierungssysteme eingesetzt, mit dem Ziel, eine höhere Verfügbarkeit oder Fehlersicherheit zu erreichen.

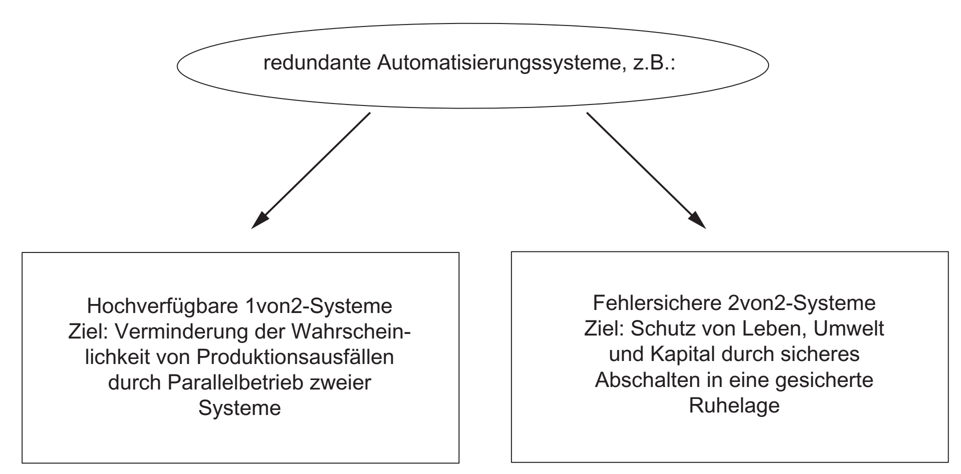


Bild 2-1 Einsatzziele redundanter Automatisierungssysteme

Beachten Sie den Unterschied zwischen hochverfügbaren und fehlersicheren Systemen. Die S7–400H ist ein hochverfügbares Automatisierungssystem. Zur Steuerung von sicherheitsrelevanten Prozessen dürfen Sie sie nur dann einsetzen, wenn Sie sie entsprechend der Regeln für F-Systeme programmieren und parametrieren. Informationen hierzu finden Sie in folgendem Handbuch: SIMATIC Industrie Software S7 F/FH Systems (http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/2201072)

Warum hochverfügbare Automatisierungssysteme?

Das Ziel für den Einsatz von hochverfügbaren Automatisierungssystemen ist die Verminderung von Produktionsausfällen. Ganz gleich, ob die Ausfälle durch einen Fehler oder auf Grund von Wartungsarbeiten entstehen.

Je höher die Kosten eines Produktionsstillstands sind, desto eher lohnt sich der Einsatz eines hochverfügbaren Systems. Die in der Regel höheren Investitionskosten eines hochverfügbaren Systems werden durch die Vermeidung von Produktionsausfällen schnell kompensiert.

Software–Redundanz

In vielen Anwendungen sind die Ansprüche an die Redundanzqualität oder der Umfang der Anlagenbereiche, die redundante Automatisierungssysteme erfordern, nicht so hoch, dass sie zwingend den Einsatz eines speziellen hochverfügbaren Systems erfordern. Häufig reichen einfache Software–Mechanismen aus, die im Fehlerfall die Fortsetzung einer ausgefallenen Steuerungsaufgabe auf einem Ersatzsystem ermöglichen.

Die Optionssoftware "SIMATIC S7 Software Redundanz" kann auf Standardsystemen S7–300 und S7–400 eingesetzt werden, um Prozesse zu steuern, welche Umschaltzeiten auf ein Ersatzsystem im Sekundenbereich tolerieren, wie z. B. Wasserwerke, Wasseraufbereitungsanlagen oder Verkehrsflüsse.

Redundante Peripherie

Als redundante Peripherie werden Ein–/Ausgabebaugruppen bezeichnet, die doppelt vorhanden sind und paarweise redundant projektiert und betrieben werden. Der Einsatz redundanter Peripherie bietet die höchste Verfügbarkeit, da auf diese Weise sowohl der Ausfall einer CPU als auch einer Signalbaugruppe toleriert wird. Für den Einsatz redundanter Peripherie setzen Sie die Bausteine der Bausteinbibliothek "Funktionale Peripherie–Redundanz" ein, siehe Kapitel Anschluss von redundanter Peripherie (Seite 129).

2.2 Erhöhung der Verfügbarkeit von Anlagen

Das Automatisierungssystem S7–400H erfüllt die hohen Anforderungen an Verfügbarkeit, Intelligenz und Dezentralisierung, die an moderne Automatisierungssysteme gestellt werden. Weiterhin bietet es alle Funktionen zum Erfassen und Aufbereiten von Prozessdaten sowie zum Steuern, Regeln und Überwachen von Aggregaten und Anlagen.

Systemweite Durchgängigkeit

Das Automatisierungssystem S7–400H und alle weiteren Komponenten der SIMATIC wie z.B. das Leitsystem SIMATIC PCS7 sind aufeinander abgestimmt. Die volle Systemdurchgängigkeit von der Leitwarte bis zu den Sensoren und Aktoren ist selbstverständlich und garantiert Ihnen höchste Systemleistung.

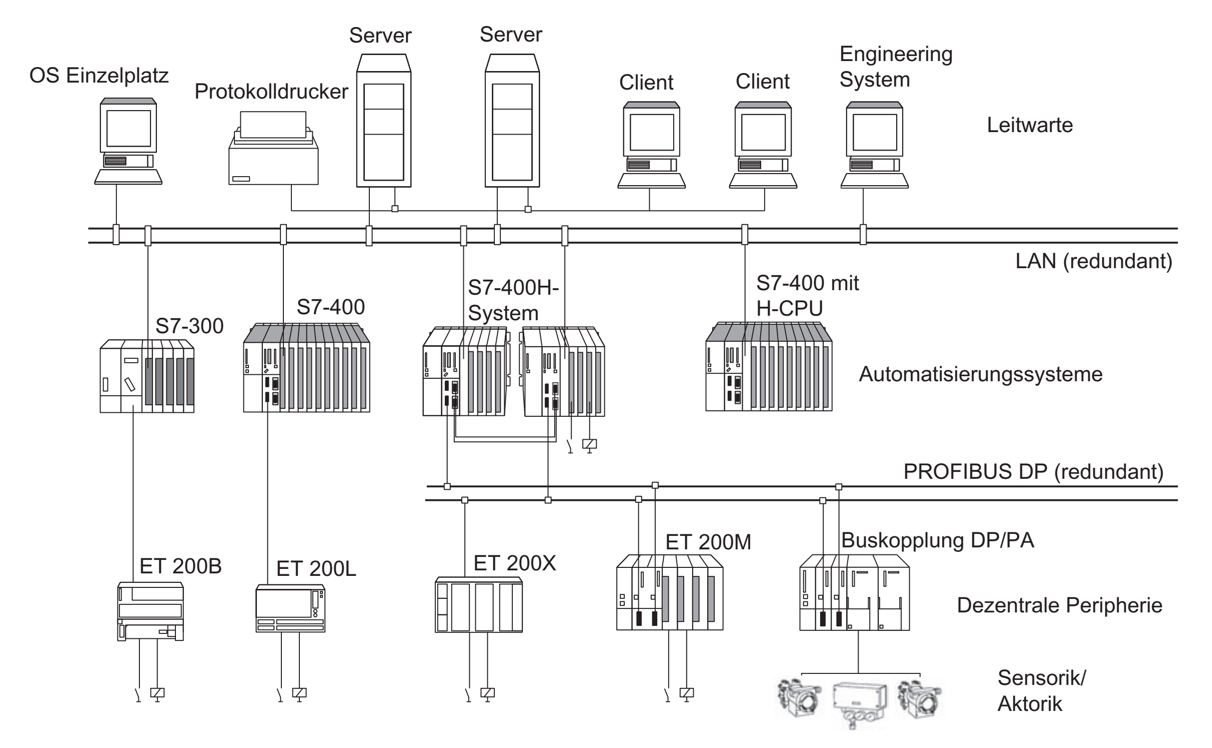


Bild 2-2 Durchgängige Automatisierungslösungen mit SIMATIC

Abgestufte Verfügbarkeit durch Verdoppelung der Komponenten

Damit die S7–400H auch in jedem Fall verfügbar bleibt, ist sie redundant aufgebaut. Das bedeutet: alle wesentlichen Komponenten gibt es doppelt.

Doppelt vorhanden sind dabei die Zentralbaugruppe (CPU), die Stromversorgung und die Hardware zur Kopplung der beiden Zentralbaugruppen.

Welche Komponenten darüber hinaus doppelt vorhanden und somit höher verfügbar sind, entscheiden Sie für Ihren zu automatisierenden Prozess selbst.

Redundanzknoten

Redundanzknoten repräsentieren die Ausfallsicherheit von Systemen mit mehrfach vorhandenen Komponenten. Die Unabhängigkeit eines Redundanzknotens ist gegeben, wenn der Ausfall einer Komponente innerhalb des Knotens keinerlei Zuverlässigkeitseinschränkungen in anderen Knoten bzw. im Gesamtsystem verursacht.

Anhand eines Blockschaltbilds kann die Verfügbarkeit des Gesamtsystems einfach verdeutlicht werden. Bei einem 1von2–System kann **eine** Komponente des Redundanzknotens ausfallen, ohne die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems zu beeinträchtigen. In der Kette der Redundanzknoten bestimmt entscheidend das schwächste Glied die Verfügbarkeit des Gesamtsystems

Ohne Störung

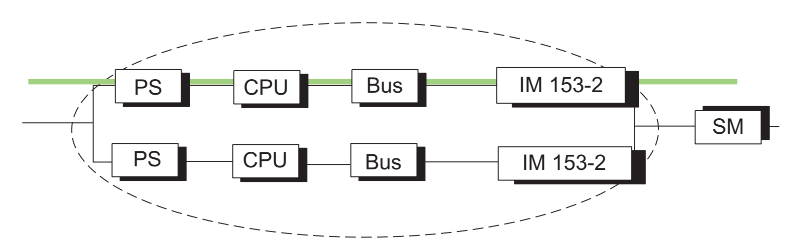


Bild 2-3 Redundanzbeispiel in einem Netz ohne Störung

Mit Störung

In nachfolgendem Bild kann eine Komponente ausfallen, ohne dass die Funktionalität des Gesamtsystems beeinträchtigt wäre.

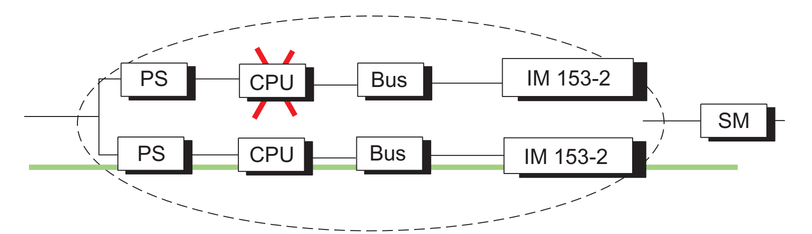


Bild 2-4 Redundanzbeispiel in einem 1von2–System mit Störung

Ausfall eines Redundanzknotens (Totalausfall)

In nachfolgendem Bild ist das Gesamtsystem nicht mehr funktionsfähig, da in einem 1von2–Redundanzknoten beide Teilkomponenten ausgefallen sind (Totalausfall).

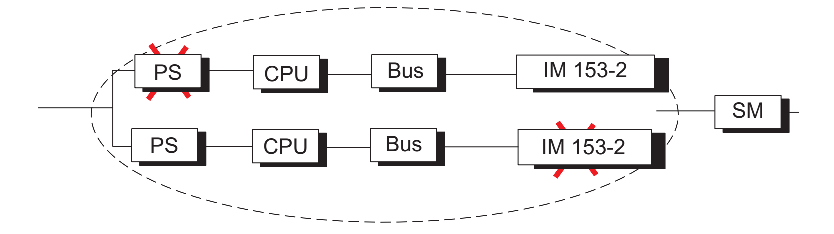


Bild 2-5 Redundanzbeispiel in einem 1von2–System mit Totalausfall

Aufbaumöglichkeiten der S7–400H 3

3.1 Aufbaumöglichkeiten der S7–400H

Der erste Teil der Beschreibung beginnt mit dem prinzipiellen Aufbau des hochverfügbaren Automatisierungssystem S7–400H und den Komponenten, aus denen sich das Basissystem S7–400H zusammensetzt. Im Anschluss beschreiben wir die Hardware–Komponenten, mit denen Sie dieses Basissystem erweitern können.

Der zweite Teil beschreibt die Software–Werkzeuge, mit denen Sie die S7–400H projektieren und programmieren. Außerdem sind beschrieben die Ergänzungen und Funktionserweiterungen gegenüber dem Standardsystem S7–400, die Sie zur Programmierung Ihres Anwenderprogramms benötigen, um gezielt auf die verfügbarkeitssteigernden Eigenschaften der S7–400H reagieren zu können.

Wichtige Informationen zur Projektierung

⚠ WARNUNG
Offene Betriebsmittel Baugruppen einer S7–400 sind offene Betriebsmittel. Das heißt, Sie dürfen die S7–400 nur in Gehäusen, Schränken oder in elektrischen Betriebsräumen aufbauen, wobei diese nur über Schlüssel oder ein Werkzeug zugänglich sein dürfen. Der Zugang zu den Gehäusen, Schränken oder elektrischen Betriebsräumen darf nur für unterwiesenes oder zugelassenes Personal möglich sein.

Nachfolgendes Bild zeigt den exemplarischen Aufbau einer S7–400H mit gemeinsamer dezentraler Peripherie und Anschluss an einen redundanten Anlagenbus. Auf den folgenden Seiten werden die Hard– und Software–Komponenten beschrieben, die zum Aufbau und Betrieb der S7–400H erforderlich sind.

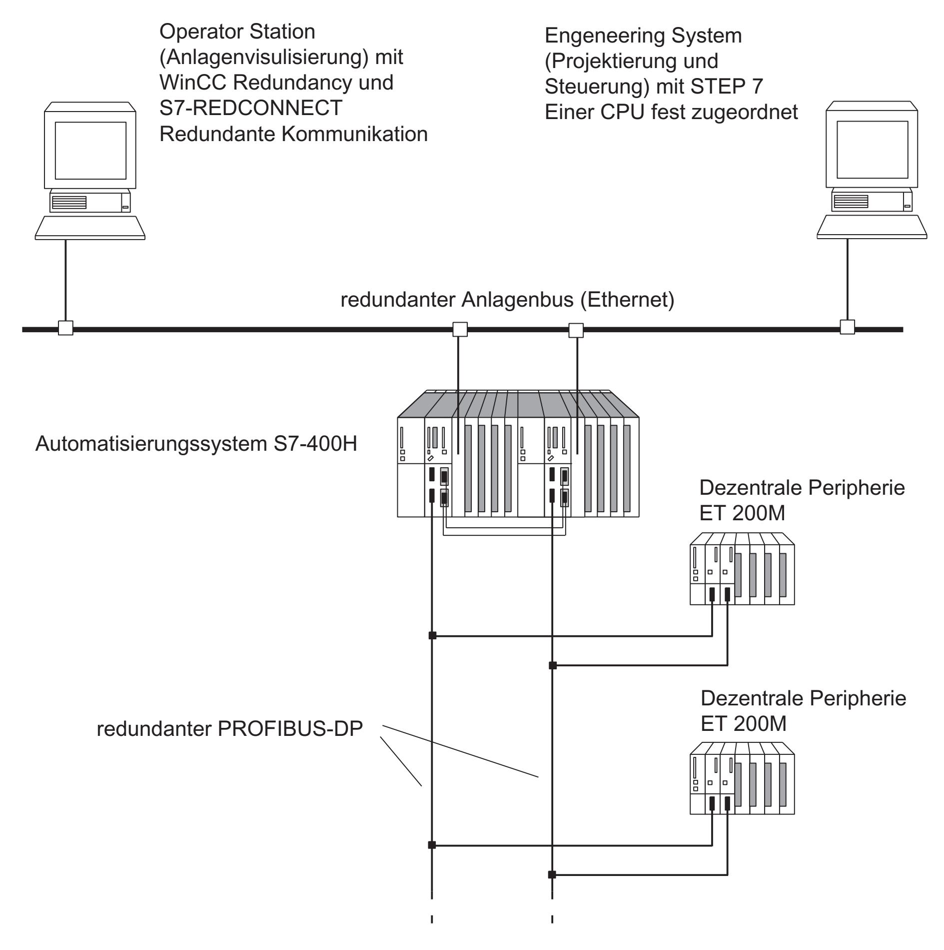


Bild 3-1 Übersicht

Weitere Informationen

Die Komponenten des Standardsystems S7–400 werden auch im hochverfügbaren Automatisierungssystem S7–400H eingesetzt. Eine ausführliche Beschreibung aller Hardware–Komponenten für S7–400 finden Sie im Referenzhandbuch *Automatisierungssystem S7–400; Baugruppendaten*.

Für das hochverfügbare Automatisierungssystem S7–400H gelten für den Entwurf des Anwenderprogramms und für den Einsatz von Bausteinen dieselben Regeln wie für ein Standardsystem S7–400. Beachten Sie bitte die Beschreibungen im Handbuch *Programmieren mit STEP 7* und im Referenzhandbuch *Systemsoftware für S7–300/400; Standard– und Systemfunktionen*.

3.2 Regeln für die Bestückung einer H–Station

Zusätzlich zu den Regeln, die allgemein für die Anordnung von Baugruppen in S7–400 gelten, sind bei einer H–Station folgende Bedingungen einzuhalten:

- Die Zentralbaugruppen müssen an den jeweils gleichen Steckplätzen eingefügt werden.
- Redundant eingesetzte externe DP–Masteranschaltungen oder Kommunikationsbaugruppen müssen an den jeweils gleichen Steckplätzen eingefügt werden.
- Externe DP–Masteranschaltungen für redundante DP–Mastersysteme dürfen nur in den Zentralgeräten gesteckt werden und nicht in Erweiterungsgeräten.
- Redundant eingesetzte Baugruppen, (z. B. CPU 41x–4H, DP–Slaveanschaltung IM 153–2) müssen identisch sein, d.h. sie müssen dieselbe Bestellnummer und denselben Erzeugnis–Stand bzw. Firmware–Stand aufweisen.

3.3 Das Basissystem der S7–400H

Die Hardware des Basissystems

Das Basissystem besteht aus den erforderlichen Hardware–Komponenten einer hochverfügbaren Steuerung. Nachfolgendes Bild zeigt die Komponenten des Aufbaus.

Das Basissystem können Sie mit Standard–Baugruppen der S7–400 erweitern. Einschränkungen gibt es bei den Funktions– und Kommunikationsbaugruppen, siehe Anhang Einsetzbare Funktions- und Kommunikationsbaugruppen in S7-400H (Seite 345).

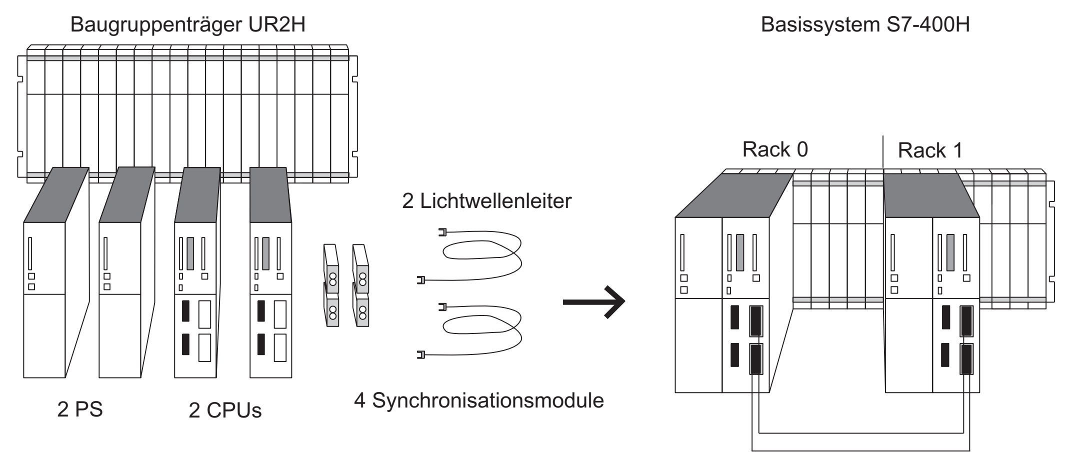


Bild 3-2 Die Hardware des Basissystems S7–400H

Zentralbaugruppen

Kernstück der S7–400H sind die beiden Zentralbaugruppen. Mit einem Schalter auf der Rückseite der CPU stellen Sie die Racknummern ein. Im Folgenden wird die CPU im Rack 0 als CPU 0, die CPU im Rack 1 als CPU 1 bezeichnet.

Baugruppenträger für S7–400H

Der Baugruppenträger UR2–H erlaubt den Aufbau von zwei getrennten Teilsystemen mit je neun Steckplätzen und ist geeignet für die Montage in Schränken mit 19"–Einbaumaß.

Alternativ können Sie die S7–400H auch auf zwei separaten Baugruppenträgern aufbauen. Hierzu stehen die Baugruppenträger UR1 oder UR2 zur Verfügung.

Stromversorgung

Zur Versorgung benötigen Sie für jede H–CPU – genauer gesagt für jedes der beiden Teilsysteme der S7–400H – eine Stromversorgungsbaugruppe aus dem Standard–Systemspektrum der S7–400.

Um die Verfügbarkeit der Stromversorgung zu erhöhen, können Sie in jedes Teilsystem auch zwei redundierbare Stromversorgungen einsetzen. Verwenden Sie in diesem Fall die Stromversorgungsbaugruppen PS 405 R / PS 407 R.

Diese können auch gemischt (PS 405 R mit PS 407 R) redundiert werden.

Synchronisationsmodule

Die Synchronisationsmodule dienen zur Kopplung der beiden Zentralbaugruppen. Sie werden in die Zentralbaugruppen eingebaut und über Lichtwellenleiter miteinander verbunden.

Es gibt zwei Typen von Synchronisationsmodulen, einmal bis 10 m Abstand zwischen den CPUs, einmal bis 10 km Abstand zwischen den CPUs.

In einem H–System müssen sie 4 Synchronisationsmodule vom jeweils gleichen Typ einsetzen. Die Beschreibung der Synchronisationsmodule finden Sie im Kapitel Synchronisationsmodule für S7–400H (Seite 257).

Lichtwellenleiter

Die Lichtwellenleiter verbinden die Synchronisationsmodule für die Redundanzkopplung zwischen den beiden Zentralbaugruppen. Sie verbinden jeweils die oberen und die unteren Synchronisationsmodule paarweise miteinander.

Die Spezifikation der Lichtwellenleiter, die Sie in einer S7–400H einsetzen können, finden Sie im Kapitel Auswahl von Lichtwellenleitern (Seite 263).

3.4 Peripherie für S7–400H

Für die S7–400H können Sie die Ein–/Ausgabebaugruppen der SIMATIC S7 einsetzen. Die Peripherie können Sie in folgenden Geräten einsetzen:

- Zentralgeräten
- Erweiterungsgeräten
- Dezentral über PROFIBUS DP.

Die in S7–400H einsetzbaren Funktionsbaugruppen (FM) und Kommunikationsbaugruppen (CP) finden Sie im Anhang Einsetzbare Funktions- und Kommunikationsbaugruppen in S7-400H (Seite 345).

Aufbauvarianten der Peripherie

Es gibt für die Ein–/Ausgabebaugruppen folgende Aufbauvarianten:

- Einkanalig einseitiger Aufbau mit normaler Verfügbarkeit

  Beim einkanalig einseitigen Aufbau sind die Ein–/Ausgabebaugruppen einfach vorhanden. Die Ein–/Ausgabebaugruppen befinden sich in genau einem Teilsystem und werden nur von diesem angesprochen.

  Im redundanten Betrieb sind jedoch beide CPUs über die Redundanzkopplung miteinander verbunden. Dadurch bearbeiten beide CPUs das Anwenderprogramm identisch.

- Einkanalig geschalteter Aufbau mit erhöhter Verfügbarkeit

  Beim einkanalig geschalteten dezentralen Aufbau sind die Ein–/Ausgabebaugruppen einfach vorhanden, können aber von beiden Teilsystemen angesprochen werden.

- Zweikanalig redundanter Aufbau mit höchster Verfügbarkeit

  Beim zweikanalig redundanten Aufbau sind die Ein–/Ausgabebaugruppen doppelt vorhanden und können von beiden Teilsystemen angesprochen werden.

Weitere Informationen

Ausführliche Informationen zum Einsatz von Peripherie finden Sie im Kapitel Einsatz von Peripherie in S7–400H (Seite 121).

3.5 Kommunikation

Die Kommunikation kann bei der S7–400H über folgende Wege und Mechanismen stattfinden:

- Anlagenbusse mit Industrial Ethernet
- Punkt–zu–Punkt–Kopplung

Dies gilt sowohl für zentral als auch für dezentral einsetzbare Komponenten. Die einsetzbaren Kommunikationsbaugruppen sind im Anhang Einsetzbare Funktions- und Kommunikationsbaugruppen in S7-400H (Seite 345) aufgeführt.

Verfügbarkeit der Kommunikation

Bei S7–400H können Sie die Verfügbarkeit der Kommunikation variieren. Entsprechend Ihrer Anforderung an die Kommunikation gibt es für S7–400H unterschiedliche Lösungen. Sie reichen vom Aufbau einer einfachen Linienstruktur des Netzes bis zum redundanten optischen Zweifaserring.

Unterstützt wird die hochverfügbare Kommunikation über PROFIBUS oder Industrial Ethernet ausschließlich mit S7–Kommunikationsfunktionen.

Programmierung und Projektierung

Außer dem Einsatz von zusätzlichen Hardware–Komponenten unterscheiden sich Projektierung und Programmierung gegenüber den Standardsystemen grundsätzlich nicht. Hochverfügbare Verbindungen müssen nur projektiert werden, eine spezifische Programmierung ist nicht notwendig.

Sämtliche Kommunikationsfunktionen, die für den Betrieb der hochverfügbaren Kommunikation erforderlich sind, sind im Betriebssystem der H–CPU integriert und laufen automatisch und verdeckt ab, wie z.B. die Überwachung der Kommunikationsverbindung oder das automatische Umschalten auf eine redundante Verbindung bei einer Störung.

Weitere Informationen

Ausführliche Informationen zum Thema Kommunikation mit S7–400H finden Sie in Kapitel Kommunikation (Seite 161).

3.6 Werkzeuge zur Projektierung und Programmierung

Wie die S7–400 wird auch die S7–400H mit STEP 7 projektiert und programmiert.

Sie müssen beim Schreiben des Anwenderprogramms nur geringe Einschränkungen beachten. Darüber hinaus gibt es allerdings auch H–spezifische Ergänzungen für die Projektierung. Das Überwachen und das Umschalten der redundanten Komponenten im Fehlerfall werden vom Betriebssystem selbstständig durchgeführt. Die hierzu notwendigen Informationen haben Sie bereits mit STEP 7 projektiert und sind dem System bekannt.

Ausführliche Informationen hierzu finden Sie in der Online–Hilfe und im Kapitel Projektierung mit STEP 7 (Seite 185) sowie im Anhang Unterschiede zwischen hochverfügbaren und Standard-Systemen (Seite 341).

Optionale Software

Sämtliche Standard Tools, Engineering Tools und Runtime Software, die Sie in S7–400 einsetzen, können Sie auch in S7–400H einsetzen.

3.7 Das Anwenderprogramm

Für den Entwurf und die Programmierung des Anwenderprogramms für die S7–400H gelten die gleichen Regeln wie beim Standardsystem S7–400.

Aus Sicht der Anwenderprogrammbearbeitung verhält sich die S7–400H genauso wie ein Standardsystem. Die Synchronisationsfunktionen sind im Betriebssystem integriert und laufen automatisch und vollkommen verdeckt ab. Eine Berücksichtigung dieser Funktionen im Anwenderprogramm ist nicht erforderlich.

Im redundanten Betrieb sind die Anwenderprogramme in beiden CPUs identisch hinterlegt und werden ereignissynchron bearbeitet.

Um aber beispielsweise auf die Zykluszeitverlängerung durch das Aufdaten reagieren zu können, bieten Ihnen einige spezifische Bausteine die Möglichkeit, Ihr Anwenderprogramm diesbezüglich zu optimieren.

Spezifische Bausteine für S7–400H

Neben den Bausteinen, die sowohl in S7–400 als auch in S7–400H eingesetzt werden können, gibt es für S7–400H noch zusätzliche Bausteine, mit denen Sie auf die Redundanzfunktionen Einfluss nehmen können.

Mit folgenden Organisationsbausteinen können Sie auf Redundanzfehler der S7–400H reagieren:

- OB 70, Peripherie–Redundanzfehler
- OB 72, CPU–Redundanzfehler

Mit der SFC 90 "H_CTRL" können Sie wie folgt auf H-Systeme einwirken:

- Sie können in der Master–CPU das Ankoppeln sperren.
- Sie können in der Master–CPU das Aufdaten sperren.
- Sie können eine Testkomponente aus dem zyklischen Selbsttest entfernen, wieder aufnehmen oder sofort starten.

ACHTUNG
Notwendige OBs In der S7–400H müssen Sie immer folgende Fehler–OBs auf die CPU laden: OB 70, OB 72, OB 80, OB 82, OB 83, OB 85, OB 86, OB 87, OB 88, OB 121 und OB 122. Werden diese OBs nicht geladen, so geht das H–System im Fehlerfall in den Systemzustand STOP.

Weitere Informationen

Ausführliche Informationen zur Programmierung der obengenannten Bausteine finden Sie im Handbuch *Programmieren mit STEP 7* und im Referenzhandbuch *Systemsoftware für S7–300/400; System– und Standardfunktionen*.

3.8 Dokumentation

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die Beschreibung der verschiedenen Komponenten und Möglichkeiten des Automatisierungssystems S7–400H.

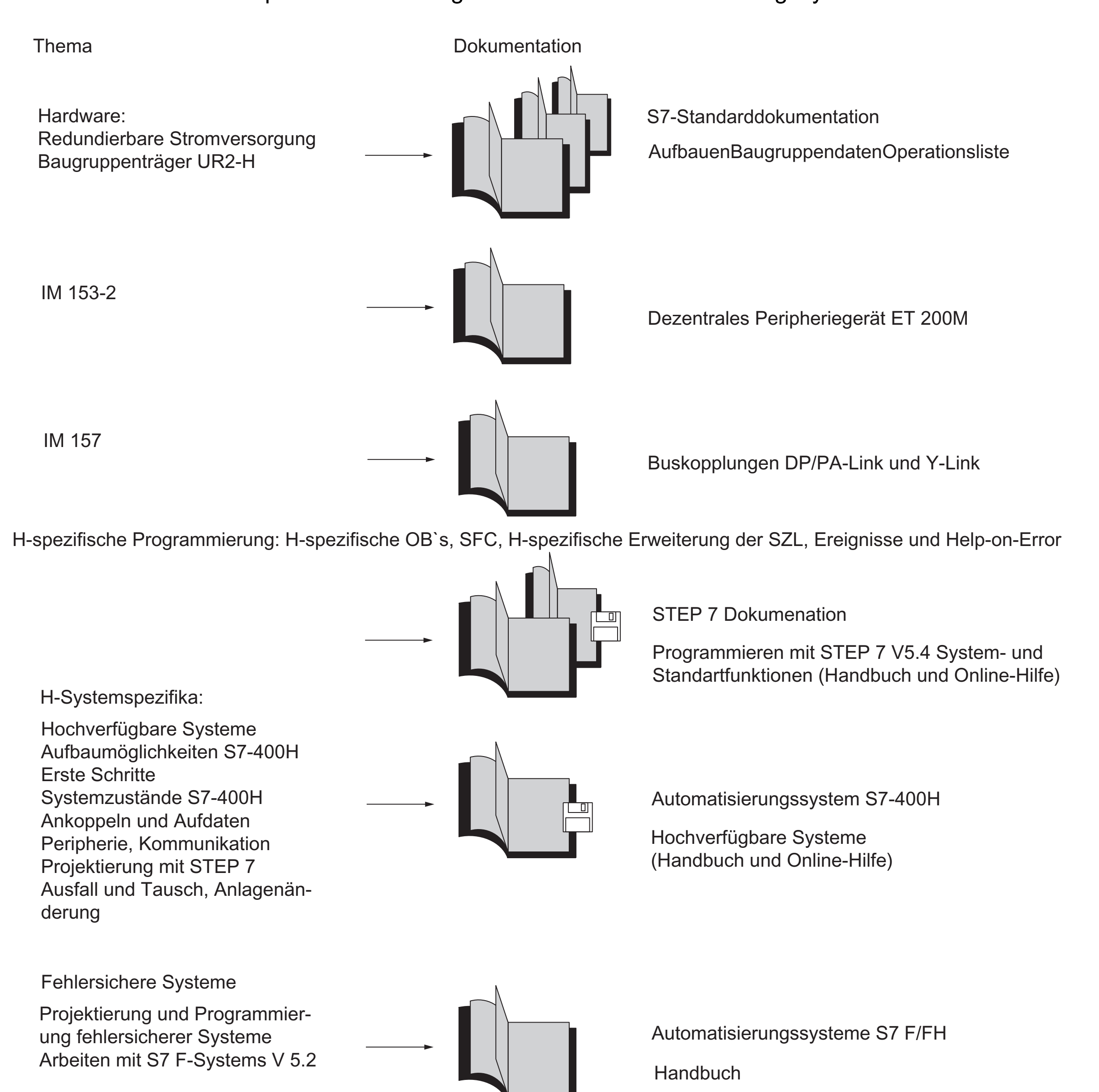


Bild 3-3 Anwenderdokumentation für Hochverfügbare Systeme

Erste Schritte 4

4.1 Erste Schritte

Diese Anleitung führt Sie an einem konkreten Beispiel durch die Inbetriebnahmeschritte bis zu einer funktionierenden Anwendung. Hierbei lernen Sie die Funktionsweise eines Automatisierungssystems S7–400H und das Verhalten im Fehlerfall kennen.

Der zeitliche Aufwand für das Beispiel beträgt je nach Erfahrung 1 bis 2 Stunden.

4.2 Voraussetzungen

Folgende Voraussetzungen müssen erfüllt sein:

Auf Ihrem PG ist eine zulässige Version der Basissoftware STEP 7 korrekt installiert, siehe Kapitel Projektieren mit STEP 7 (Seite 185). Ein ggf. notwendiges Hardware Update ist ebenfalls installiert.

Sie haben die notwendigen Baugruppen für den Hardware–Aufbau:

- ein Automatisierungssystem S7–400H bestehend aus:
  - 1 Baugruppenträger UR2–H
  - 2 Stromversorgungen PS 407 10A
  - 2 H–CPUs
  - 4 Synchronisationsmodule
  - 2 Lichtwellenleiter
- ein dezentrales Peripheriegerät ET 200M mit aktivem Rückwandbus mit
  - 2 IM 153–2
  - 1 Digitaleingabebaugruppe SM321 DI 16 x DC24V
  - 1 Digitalausgabebaugruppe SM322 DO 16 x DC24V
- das notwendige Zubehör wie PROFIBUS–Leitungen etc.

4.3 Hardware aufbauen und S7–400H in Betrieb nehmen

Hardware aufbauen

Um die S7–400H wie in folgendem Bild aufzubauen, gehen Sie folgendermaßen vor:

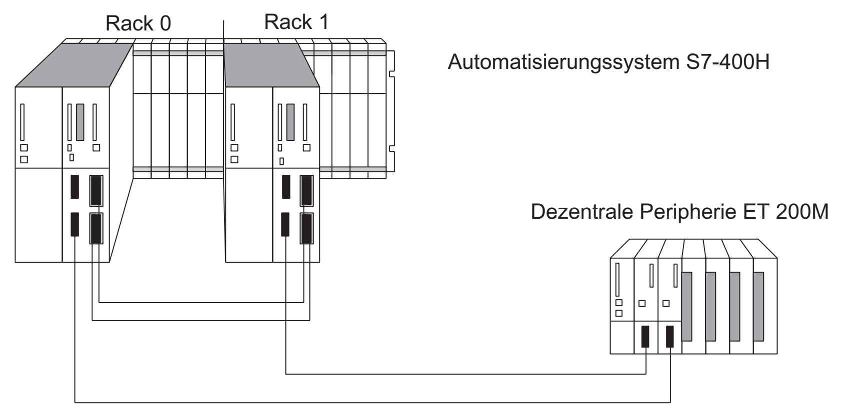


Bild 4-1 Hardwareaufbau

1. Bauen Sie die beiden Teilgeräte des Automatisierungssystems S7–400H auf, wie in den Handbüchern *Automatisierungssysteme S7–400, Aufbauen* und *Baugruppendaten* beschrieben.
2. Stellen Sie die Baugruppenträgernummern mit dem Schalter an der Rückseite der CPUs ein.

   Bei falsch eingestellter Baugruppenträgernummer erhalten Sie keinen Online–Zugriff und die CPU läuft unter Umständen nicht an.
3. Bauen Sie die Synchronisationsmodule in die CPUs ein wie im Handbuch *Automatisierungssystem S7–400, Aufbauen* beschrieben.
4. Schließen Sie die Lichtwellenleiter an.

   Verbunden werden immer die beiden oberen und die beiden unteren Synchronisationsmodule der CPUs. Verlegen Sie die Lichtwellenleiter so, dass sie sicher gegen Beschädigung geschützt sind.

   Beachten Sie bei der Leitungsführung außerdem, dass die beiden Lichtwellenleiter stets getrennt verlegt werden. Die getrennte Verlegung erhöht die Verfügbarkeit und schützt vor möglichen Doppelfehlern z. B. bei gleichzeitiger Unterbrechung der Lichtwellenleiter.

   Beachten Sie weiterhin, dass vor dem Einschalten der Stromversorgung bzw. vor dem Einschalten des Systems die Lichtwellenleiter in beiden CPUs gesteckt sind. Sonst kann es nämlich vorkommen, dass beide CPUs das Anwenderprogramm als Master–CPU bearbeiten.
5. Bauen Sie die dezentrale Peripherie auf, wie im Handbuch *Dezentrales Peripheriegerät ET 200M* beschrieben.

6. Schließen Sie das PG an die erste H–CPU, die CPU0 an. Diese CPU soll die Master–CPU der S7–400H sein.
7. Nach NETZEIN wird ein hochwertiger RAM–Test durchgeführt. Dieser benötigt etwa 10 Minuten. Die CPU ist in dieser Zeit nicht ansprechbar und die STOP–LED blinkt. Bei vorhandener Pufferbatterie wird der Test bei weiteren NETZEIN nicht mehr durchgeführt.

S7–400H in Betrieb nehmen

Um die S7–400H in Betrieb zu nehmen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Öffnen Sie im SIMATIC Manager das Beispielprojekt "HProjekt". Die Konfiguration entspricht dem unter "Voraussetzungen" beschriebenen Hardware–Aufbau.
2. Öffnen Sie die Hardware–Konfiguration des Projektes, indem Sie das "Hardware"–Objekt selektieren und mit der rechten Maustaste den Kontext–Menübefehl "Objekt -> öffnen" ausführen. Wenn Sie einen identischen Aufbau haben, können Sie mit Schritt 6. fortfahren.
3. Wenn Ihr Hardware–Aufbau von dem des Projektes abweicht, z. B. die Baugruppentypen, MPI–Adressen oder DP–Adresse, müssen Sie das Projekt entsprechend anpassen und speichern. Beschreibungen finden Sie in der Basishilfe des SIMATIC Managers.
4. Öffnen Sie das Anwenderprogramm in dem Ordner "S7–Programm".

   In der Offline–Ansicht ist der Ordner "S7–Programm" nur der CPU0 zugeordnet. Das Anwenderprogramm ist auf dem beschriebenen Hardware–Aufbau ablauffähig. Es lässt die LEDs an der Digitalausgabebaugruppe in Form eines Lauflichts aufleuchten.
5. Bei Bedarf ändern Sie das Anwenderprogramm, z.B. um es an Ihren Hardware–Aufbau anzupassen und speichern Sie es ab.
6. Laden Sie das Anwenderprogramm in die CPU0 mit dem Menübefehl "Zielsystem -> Laden".
7. Starten Sie das Automatisierungssystem S7–400H indem Sie die Betriebsartenschalter zuerst bei CPU0 und dann bei CPU1 auf RUN schalten. Die CPU führt einen Neustart aus und ruft den OB 100 auf.

   Ergebnis: Die CPU0 läuft als Master–CPU und die CPU1 als Reserve–CPU an. Nach dem Ankoppeln und Aufdaten der Reserve–CPU geht die S7–400H in den Systemzustand Redundant und führt das Anwenderprogramm aus. Es lässt die LEDs an der Digitalausgabebaugruppe in Form eines Lauflichts aufleuchten.

Hinweis

Sie können das Automatisierungssystem S7–400H auch über STEP 7 starten und stoppen.

Informationen dazu finden Sie in der Online–Hilfe.

Einen Kaltstart können Sie ausschließlich mit dem PG Kommando "Kaltstart" auslösen. Hierzu muss die CPU im STOP–Zustand sein und der der Betriebsartenschalter muss auf RUN stehen. Beim Kaltstart wird der OB 102 aufgerufen.

4.4 Beispiele für die Reaktion des H–Systems in Fehlerfällen

Beispiel 1: Ausfall einer Zentralbaugruppe oder einer Stromversorgung

Ausgangssituation: Die S7–400H befindet sich im Systemzustand Redundant.

1. Lassen Sie die CPU0 ausfallen, indem Sie die Stromversorgung ausschalten.

   Ergebnis: An der CPU1 leuchten die LEDs REDF, IFM1F und IFM2F. Die CPU1 geht in den Solobetrieb und das Anwenderprogramm läuft weiter.

2. Schalten Sie die Stromversorgung wieder ein.

   Ergebnis:

   – Die CPU0 führt automatisches ANKOPPELN und AUFDATEN durch.

   – Die CPU0 wechselt in RUN und arbeitet nun als Reserve–CPU.

   – Die S7–400H ist nun im Systemzustand Redundant.

Beispiel 2: Ausfall eines Lichtwellenleiters

Ausgangssituation: Die S7–400H befindet sich im Systemzustand Redundant. Der Betriebsartenschalter jeder CPU befindet sich in Stellung RUN.

1. Ziehen Sie einen der Lichtwellenleiter.

   Ergebnis: An beiden CPUs leuchten nun die LEDs REDF und IFM1F oder IFM2F (abhängig von dem gezogenen Lichtwellenleiter). Die Reserve- CPU geht in den Betriebszustand FEHLERSUCHE. Die andere CPU bleibt Master und arbeitet im Solobetrieb weiter.

2. Schließen Sie nun den gezogenen Lichtwellenleiter wieder an.

   Ergebnis: Die Reserve-CPU führt ANKOPPELN und AUFDATEN durch. Die S7–400H geht wieder in den Systemzustand Redundant.

Aufbau einer CPU 41x–H 5

5.1 Bedien– und Anzeigeelemente der CPUs

Bedien- und Anzeigeelemente der CPU 412-3H

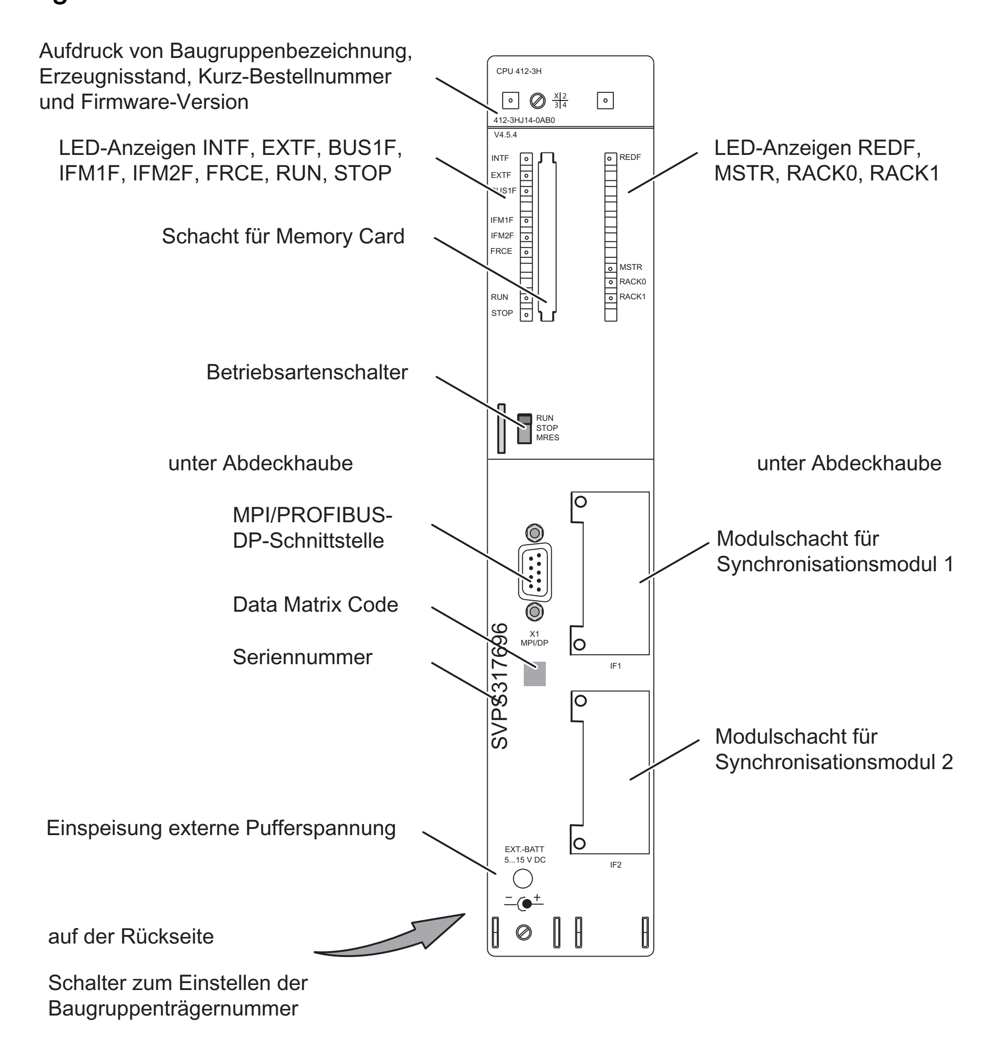


Bild 5-1 Anordnung der Bedien- und Anzeigeelemente der CPU 412-3H

Bedien– und Anzeigeelemente der CPU 414–4H/417–4H

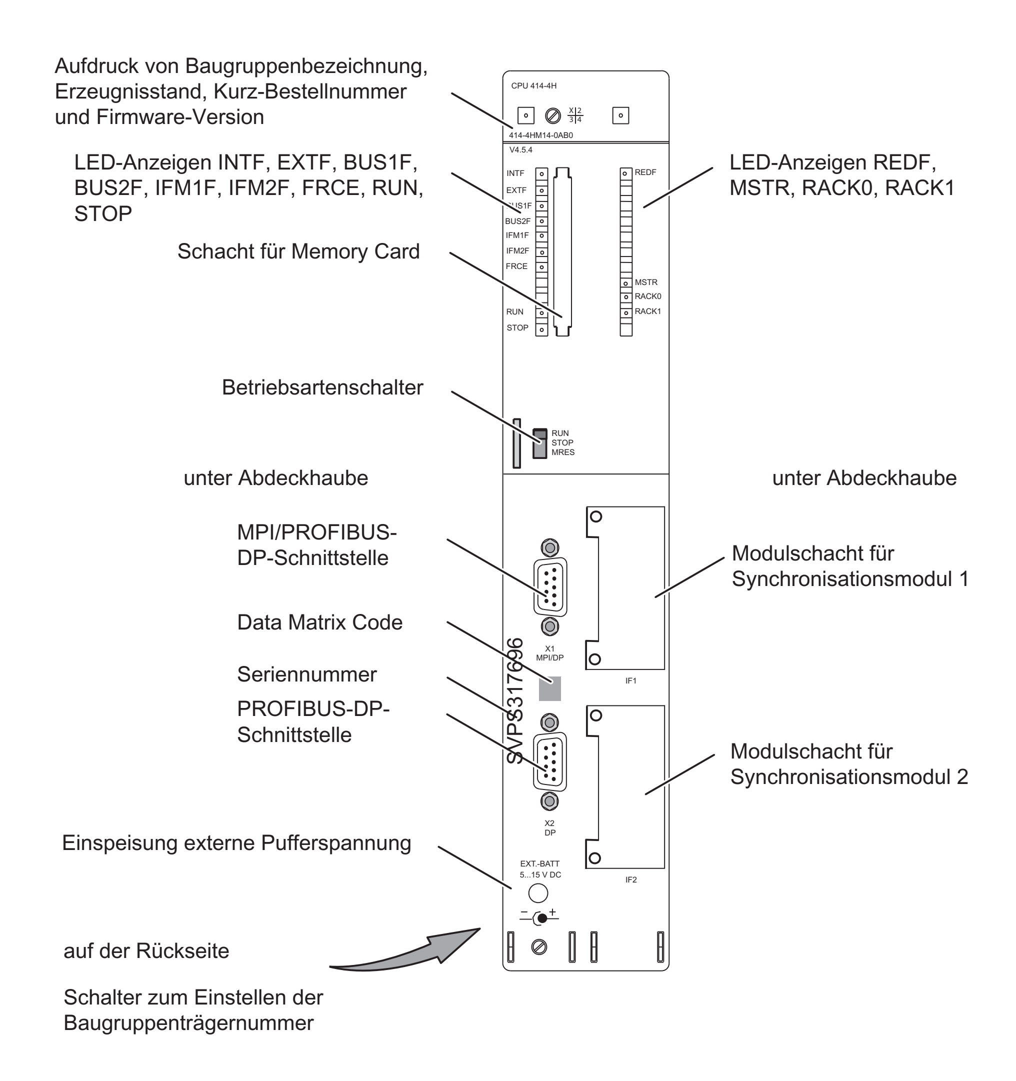


Bild 5-2 Anordnung der Bedien- und Anzeigeelemente der CPU 414-4H/417-4H

LED–Anzeigen

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die bei den einzelnen CPUs vorhandenen LED–Anzeigen.

Die Kapitel Überwachungsfunktionen der CPU (Seite 42) und Zustands– und Fehleranzeigen (Seite 44) beschreiben die Zustände und Fehler, die durch diese LEDs angezeigt werden.

Tabelle 5- 1 LED–Anzeigen der CPUs

LED–Anzeige	Farbe	Bedeutung
INTF	rot	Interner Fehler
EXTF	rot	Externer Fehler
FRCE	gelb	Force–Auftrag aktiv

LED–Anzeige	Farbe	Bedeutung
RUN	grün	RUN–Zustand
STOP	gelb	STOP–Zustand
BUS1F	rot	Busfehler an der MPI/PROFIBUS–DP–Schnittstelle 1
BUS2F	rot	Busfehler an der PROFIBUS–DP–Schnittstelle 2
MSTR	gelb	CPU führt den Prozess
REDF	rot	Redundanzverlust/Redundanzfehler
RACK0	gelb	CPU in Baugruppenträger 0
RACK1	gelb	CPU in Baugruppenträger 1
IFM1F	rot	Fehler an Synchronisationsmodul 1
IFM2F	rot	Fehler an Synchronisationsmodul 2

Betriebsartenschalter

Über den Betriebsartenschalter können Sie die aktuelle Betriebsart der CPU einstellen. Der Betriebsartenschalter ist als Kippschalter mit drei Schaltstellungen ausgebildet.

Kapitel Betriebsartenschalter (Seite 47) beschreibt die Funktionen des Betriebsartenschalters.

Schacht für Memory Cards

In diesen Schacht können Sie eine Memory Card stecken.

Es gibt zwei Arten von Memory Cards:

- RAM Cards

  Mit der RAM Card können Sie den Ladespeicher einer CPU erweitern.
- FLASH Cards

  Mit der FLASH Card können Sie Ihr Anwenderprogramm und Ihre Daten ausfallsicher auch ohne Pufferbatterie speichern. Sie können die FLASH Card entweder am PG oder in der CPU programmieren. Auch die FLASH Card erweitert den Ladespeicher der CPU.

  Eine ausführlichere Beschreibung der Memory Cards finden Sie im Kapitel Aufbau und Funktion der Memory Cards (Seite 52).

Schacht für Interface–Module

In diesen Schacht können Sie ein H–Sync–Modul stecken.

MPI/DP–Schnittstelle

An die MPI–Schnittstelle der CPU können Sie z. B. folgende Geräte anschließen:

- Programmiergeräte
- Bedien– und Beobachtungsgeräte
- Weitere Steuerungen S7–400 oder S7–300, siehe Kapitel Mehrpunktfähige Schnittstelle (MPI) (Seite 56).

Verwenden Sie Busanschluss–Stecker mit schrägem Kabelabgang, siehe Handbuch *Automatisierungssystem S7–400, Aufbauen*.

Die MPI–Schnittstelle können Sie auch als–DP–Master projektieren und so als PROFIBUS–DP–Schnittstelle mit bis zu 32 DP–Slaves verwenden.

PROFIBUS–DP–Schnittstelle

An die PROFIBUS–DP–Schnittstelle können Sie die dezentrale Peripherie und PGs/OPs anschließen.

Einstellen der Baugruppenträgernummer

Sie stellen die Baugruppenträgernummer mit einem Schalter auf der Rückseite der CPU ein. Der Schalter hat zwei Stellungen, 1 (oben) und 0 (unten). Auf einer CPU muss die Baugruppenträgernummer 0, auf der anderen die Baugruppenträgernummer 1 eingestellt sein. Bei Auslieferung ist bei allen CPUs die Baugruppenträgernummer 0 eingestellt.

Einspeisung externe Pufferspannung an Buchse "EXT.–BATT."

Bei den Stromversorgungsbaugruppen der S7–400H können Sie zwei Pufferbatterien einsetzen, um Folgendes zu erreichen:

- Sie puffern ein Anwenderprogramm, das Sie in einem RAM hinterlegt haben.
- Sie halten Merker, Zeiten, Zähler und Systemdaten sowie Daten in variablen Datenbausteinen remanent.
- Sie puffern die interne Uhr.

Sie können die gleiche Pufferung erreichen, wenn Sie an die Buchse "EXT.–BATT." der CPU eine Gleichspannung zwischen 5 V und 15 V anlegen.

Der Eingang "EXT.–BATT." hat folgende Eigenschaften:

- Verpolschutz
- Kurzschluss–Strombegrenzung auf 20 mA

Zur Einspeisung an der Buchse "EXT.–BATT" brauchen Sie ein Anschlusskabel mit einem Klinkenstecker 2,5 mm ∅, wie es in nachfolgendem Bild dargestellt ist. Bitte beachten Sie die Polung des Klinkensteckers.

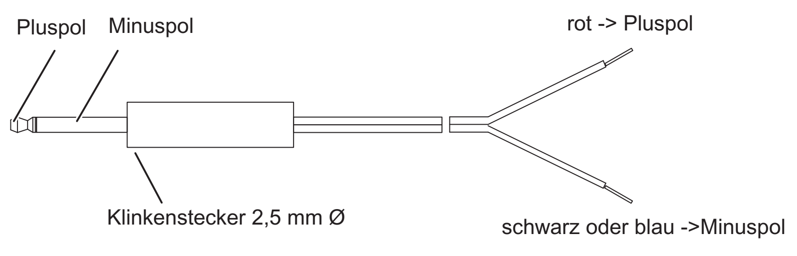


Bild 5-3 Klinkenstecker

Einen Klinkenstecker mit konfektioniertem Kabel können Sie unter der Nummer A5E00728552A bestellen.

Hinweis

Sie benötigen die externe Einspeisung an der Buchse "EXT.-BATT.", wenn Sie eine Stromversorgungsbaugruppe tauschen und das in einem RAM hinterlegte Anwenderprogramm und die oben erwähnten Daten für die Dauer des Baugruppentausches puffern wollen.

5.2 Überwachungsfunktionen der CPU

Überwachungen und Fehlermeldungen

In der Hardware der CPU und im Betriebssystem sind Überwachungsfunktionen vorhanden, die ein ordnungsgemäßes Arbeiten und ein definiertes Verhalten im Fehlerfall sicherstellen. Bei einer Reihe von Fehlern ist auch eine Reaktion durch das Anwenderprogramm möglich.

Nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über mögliche Fehler, ihre Ursache und die Reaktionen der CPU.

Darüber hinaus stehen Ihnen in jeder CPU Test- und Auskunftsfunktionen zur Verfügung, die Sie mit STEP 7 aufrufen können.

Fehlerart	Fehlerursache	Reaktion des Betriebssystems	Fehler–LED
Zugriffsfehler	Ausfall einer Baugruppe (SM, FM, CP)	LED "EXTF" leuchtet, solange der Fehler nicht behoben ist. Bei SMs: • Aufruf von OB 122 bei Direktzugriffen, Aufruf von OB 85 bei Prozessabbild-Aktualisierung • Eintrag in Diagnosepuffer • Bei Eingabebaugruppen: Eintrag von "Null" als Datum in den Akku oder das Prozessabbild Bei anderen Baugruppen: • Aufruf von OB 122 bei Direktzugriffen, Aufruf von OB 85 bei Prozessabbild-Aktualisierung	EXTF
Zeitfehler	• Die Laufzeit des Anwenderprogramms (OB1 und alle Alarme und Fehler-OBs) überschreitet die vorgegebene maximale Zykluszeit. • OB–Anforderungsfehler • Überlauf des Startinformationspuffers • Uhrzeitfehleralarm	LED "INTF" leuchtet, solange der Fehler nicht behoben ist. Aufruf von OB 80. Bei nicht geladenem OB: Die CPU geht in STOP.	INTF
Fehler der Stromversor-gungsbau-gruppe(n)(kein Netzausfall)	Im zentralen oder Erweiterungsbaugruppenträger • ist mindestens eine Pufferbatterie der Stromversorgungsbaugruppe leer • fehlt die Pufferspannung • ist die 24V-Versorgung der Stromversorgungsbaugruppe ausgefallen	Aufruf von OB 81 Bei nicht geladenem OB: Die CPU bleibt im RUN.	EXTF
Diagnosealarm	Eine alarmfähige Peripheriebaugruppe meldet Diagnosealarm	Aufruf von OB 82 Bei nicht geladenem OB: Die CPU geht in STOP.	EXTF
Alarm Ziehen/Stecken	Ziehen oder Stecken einer SM sowie Stecken eines falschen Baugruppentyps.	Aufruf von OB 83 Bei nicht geladenem OB: Die CPU geht in STOP.	EXTF

Fehlerart	Fehlerursache	Reaktion des Betriebssystems	Fehler–LED
CPU-Hardware-fehler	• Ein Speicherfehler wurde erkannt und beseitigt • Redundanzkopplung: Es gibt Störungen der Datenübertragung.	Aufruf von OB 84 Bei nicht geladenem OB: Die CPU bleibt im RUN.	INTF
Programmablauf-fehler	• Prioritätsklasse wird aufgerufen, aber entsprechender OB ist nicht vorhanden. • Beim SFB–Aufruf: Instanz–DB fehlt oder ist fehlerhaft • Fehler bei der Aktualisierung des Prozessabbildes	Aufruf von OB 85 Bei nicht geladenem OB: Die CPU geht in STOP.	INTF EXTF
Ausfall eines Baugruppen-trägers / einer Station	• Spannungsausfall in einem Erweiterungsgerät • Ausfall eines DP–Strangs • Ausfall eines Koppelstrangs: fehlende oder defekte IM, unterbrochene Leitung)	Aufruf von OB 86 Bei nicht geladenem OB: Die CPU geht in STOP.	EXTF
Kommunikations-fehler	Fehler in der Kommunikation: • Uhrzeitsynchronisation • Zugriff auf DB beim Datenaustausch über Kommunikationsfunktionsbausteine	Aufruf von OB 87 Bei nicht geladenem OB: Die CPU geht nicht in STOP.	INTF
Bearbeitungs-abbruch	Die Bearbeitung eines Programmbausteins wird abgebrochen. Mögliche Abbruchursachen sind: • Zu große Schachtelungstiefe von Klammerebenen • Zu große Schachtelungstiefe von Master Control Relais • Zu große Schachtelungstiefe bei Synchronfehlern • Zu große Schachtelungstiefe von Bausteinaufrufen (U-Stack) • Zu große Schachtelung von Bausteinaufrufen (B-Stack) • Fehler beim Allokieren von Lokaldaten	Aufruf von OB 88 Bei nicht geladenem OB: Die CPU geht in STOP.	INTF
Programmierfehler	Fehler im Anwenderprogramm: • Wandlungsfehler BCD • Bereichslängenfehler • Bereichsfehler • Ausrichtungsfehler • Schreibfehler • Timernummernfehler • Zählernummernfehler • Bausteinnummernfehler • Baustein nicht geladen	Aufruf von OB 121 Bei nicht geladenem OB: Die CPU geht in STOP.	INTF
MC7-Codefehler	Fehler im übersetzten Anwenderprogramm, z. B. unzulässiger OP-Code oder Sprung über das Bausteinende	Die CPU geht in STOP. Neustart oder Urlöschen ist erforderlich.	INTF

5.3 Zustands– und Fehleranzeigen

LEDs RUN und STOP

Die LEDs RUN und STOP informieren Sie über den gerade aktiven CPU–Betriebszustand.

LED		Bedeutung
RUN	**STOP**	
Leuchtet	Dunkel	CPU ist in RUN–Zustand.
Dunkel	Leuchtet	CPU ist in STOP–Zustand. Das Anwenderprogramm wird nicht bearbeitet. Kaltstart/Neustart ist möglich. Wurde der STOP–Zustand durch Fehler ausgelöst, ist zusätzlich die Störanzeige (INTF oder EXTF) gesetzt.
Blinkt 2 Hz	Blinkt 2 Hz	CPU ist im Zustand DEFEKT. Zusätzlich blinken auch alle weiteren LEDs mit 2 Hz.
Blinkt 0,5 Hz	Leuchtet	HALT–Zustand wurde durch Testfunktion ausgelöst.
Blinkt 2 Hz	Leuchtet	Es wurde ein Kaltstart/Neustart angestoßen. Je nach Länge des aufgerufenen OB kann es eine Minute und länger dauern, bis der Kaltstart/Neustart ausgeführt ist. Geht die CPU auch dann nicht in RUN, kann z.B ein Fehler in der Projektierung der Anlage vorliegen.
Dunkel	Blinkt 2 Hz	Selbsttest bei ungepuffertem NETZ EIN läuft. Der Selbsttest kann bis zu 10 Minuten dauern Urlöschen läuft
Irrelevant	Blinkt 0,5 Hz	Urlöschen wird von der CPU angefordert.
Blinkt 0,5 Hz	Blinkt 0,5 Hz	Fehlersuchbetrieb

LEDs MSTR, RACK0 und RACK1

Die drei LEDs MSTR, RACK0 und RACK1 informieren Sie über die an der CPU eingestellte Baugruppenträgernummer und darüber, welche CPU die Prozessführung für geschaltete Peripherie hat.

LED			Bedeutung
MSTR	RACK0	RACK1	
Leuchtet	Irrelevant	Irrelevant	CPU hat die Prozessführung für geschaltete Peripherie
Irrelevant	Leuchtet	Dunkel	CPU auf Baugruppenträger mit Nummer 0
Irrelevant	Dunkel	Leuchtet	CPU auf Baugruppenträger mit Nummer 1

LEDs INTF, EXTF und FRCE

Die drei LEDs INTF, EXTF und FRCE informieren Sie über Fehler und Besonderheiten im Ablauf des Anwenderprogrammes.

LED			Bedeutung
INTF	EXTF	FRCE	
Leuchtet	Irrelevant	Irrelevant	Es wurde ein interner Fehler erkannt (Programmier– oder Parametrierfehler).
Irrelevant	Leuchtet	Irrelevant	Es wurde ein externer Fehler erkannt (d.h. ein Fehler, dessen Ursache nicht auf der CPU–Baugruppe liegt).
Irrelevant	Irrelevant	Leuchtet	Ein Force–Auftrag ist aktiv.

LEDs BUSF1 und BUSF2

Die LEDs BUSF1, BUSF2 zeigen Fehler im Zusammenhang mit der MPI/DP– und der PROFIBUS–DP–Schnittstelle an.

LED		Bedeutung
BUS1F	BUS2F	
Leuchtet	Irrelevant	Es wurde ein Fehler an der MPI/DP–Schnittstelle erkannt.
Irrelevant	Leuchtet	Es wurde ein Fehler an der PROFIBUS–DP–Schnittstelle erkannt.
Blinkt	Irrelevant	DP–Master: Ein oder mehrere Slaves an der PROFIBUS–DP–Schnittstelle 1 antworten nicht. DP–Slave: wird vom DP–Master nicht angesprochen.
Irrelevant	Blinkt	DP–Master: Ein oder mehrere Slaves an der PROFIBUS–DP–Schnittstelle 2 antworten nicht. DP–Slave: wird vom DP–Master nicht angesprochen.

LEDs IFM1F und IFM2F

Die LEDs IFM1F und IFM2F zeigen Fehler am ersten oder zweiten Synchronisationsmodul an.

LED		Bedeutung
IFM1F	IFM2F	
Leuchtet	Irrelevant	Es wurde ein Fehler am Synchronisationsmodul 1 erkannt.
Irrelevant	Leuchtet	Es wurde ein Fehler am Synchronisationsmodul 2 erkannt

LED REDF

Die LED REDF zeigt bestimmte Systemzustände und Redundanzfehler an.

LED REDF	Systemzustand	Randbedingungen
Blinkt 0,5 Hz	Ankoppeln	-
Blinkt 2 Hz	Aufdaten	-
Dunkel	Redundant (CPUs redundant)	keine Redundanzfehler
Leuchtet	Redundant (CPUs redundant)	Peripherie–Redundanzfehler liegt vor: • Ausfall eines DP–Masters bzw. Teil– oder Gesamtausfall eines DP–Mastersystems • Redundanzverlust am DP–Slave

Diagnosepuffer

Zur Fehlerbehebung können Sie die genaue Fehlerursache mit STEP 7 (Zielsystem -> Baugruppenzustand) aus dem Diagnosepuffer auslesen.

5.4 Betriebsartenschalter

Funktion des Betriebsartenschalters

Mit dem Betriebsartenschalter können Sie die CPU in den Betriebszustand RUN und den Betriebszustand STOP versetzen oder die CPU Urlöschen. Weitere Möglichkeiten, den Betriebszustand zu ändern, bietet Ihnen STEP 7.

Stellungen

Der Betriebsartenschalter ist als Kippschalter ausgeführt. Nachfolgendes Bild zeigt die möglichen Stellungen des Betriebsartenschalters.

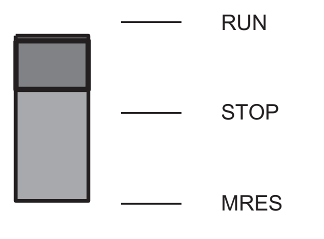


Bild 5-4 Stellungen des Betriebsartenschalters

Nachfolgende Tabelle erläutert die Stellungen des Betriebsartenschalters. Im Fehlerfall bzw. wenn Anlaufhindernisse vorliegen geht bzw. bleibt die CPU unabhängig von der Stellung des Betriebsartenschalters in STOP.

Tabelle 5- 2 Stellungen des Betriebsartenschalters

Stellung	Erläuterungen
RUN	Wenn kein Anlaufhindernis bzw. Fehler vorliegt und die CPU in RUN gehen konnte, dann bearbeitet die CPU das Anwenderprogramm bzw. läuft im Leerlauf. Zugriffe auf die Peripherie sind möglich.
STOP	Die CPU bearbeitet das Anwenderprogramm nicht. In der Default–Parametrierung sind die Ausgabebaugruppen gesperrt.
MRES (Urlöschen; Master Reset)	Taststellung des Kippschalters für das Urlöschen der CPU, siehe Kapitel Bedienfolge beim Urlöschen (Seite 49)

5.5 Schutzstufen

Sie können im Projekt eine Schutzstufe vereinbaren, über die die Programme in der CPU vor unbefugtem Zugriff geschützt werden. Mit der Schutzstufe legen Sie fest, welche PG–Funktionen ein Benutzer ohne besondere Legitimation durch ein Passwort auf der betreffenden CPU ausführen kann. Mit Passwort sind alle PG–Funktionen erlaubt.

Einstellen der Schutzstufen

Die Schutzstufen 1 bis 3 für eine CPU können Sie unter STEP 7/Hardware konfigurieren einstellen.

Ohne Kenntnis des Passworts können Sie die eingestellte Schutzstufe durch manuelles Urlöschen mit dem Betriebsartenschalter entfernen. Hierbei darf in der CPU keine Flash–Card stecken.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Schutzstufen einer CPU der S7–400.

Tabelle 5- 3 Schutzstufen einer CPU

CPU–Funktion	Schutzstufe 1	Schutzstufe 2	Schutzstufe 3
Anzeigen der Bausteinliste	Zugriff erlaubt	Zugriff erlaubt	Zugriff erlaubt
Variablen beobachten	Zugriff erlaubt	Zugriff erlaubt	Zugriff erlaubt
Baugruppenzustand STACKS	Zugriff erlaubt	Zugriff erlaubt	Zugriff erlaubt
BuB–Funktionen	Zugriff erlaubt	Zugriff erlaubt	Zugriff erlaubt
S7–Kommunikation	Zugriff erlaubt	Zugriff erlaubt	Zugriff erlaubt
Uhrzeit lesen	Zugriff erlaubt	Zugriff erlaubt	Zugriff erlaubt
Uhrzeit stellen	Zugriff erlaubt	Zugriff erlaubt	Zugriff erlaubt
Status Baustein	Zugriff erlaubt	Zugriff erlaubt	Passwort nötig
Laden in PG	Zugriff erlaubt	Zugriff erlaubt	Passwort nötig
Laden in CPU	Zugriff erlaubt	Passwort nötig	Passwort nötig
Bausteine löschen	Zugriff erlaubt	Passwort nötig	Passwort nötig
Speicher komprimieren	Zugriff erlaubt	Passwort nötig	Passwort nötig
Anwenderprogramm laden auf Memory Card	Zugriff erlaubt	Passwort nötig	Passwort nötig
Steuern Anwahl	Zugriff erlaubt	Passwort nötig	Passwort nötig
Steuern Variable	Zugriff erlaubt	Passwort nötig	Passwort nötig
Haltepunkt	Zugriff erlaubt	Passwort nötig	Passwort nötig
Halt verlassen	Zugriff erlaubt	Passwort nötig	Passwort nötig
Urlöschen	Zugriff erlaubt	Passwort nötig	Passwort nötig
Forcen	Zugriff erlaubt	Passwort nötig	Passwort nötig
Firmware aktualisieren ohne Memory Card	Zugriff erlaubt	Passwort nötig	Passwort nötig

Einstellen der Schutzstufe mit der SFC 109 "PROTECT"

Mit der SFC 109 "PROTECT" können Sie zwischen den Schutzstufen 1 und 2 wechseln.

5.6 Bedienfolge beim Urlöschen

Fall A: Sie wollen ein neues komplettes Anwenderprogramm in die CPU übertragen.

1. Bringen Sie den Schalter in Stellung STOP.

   Ergebnis: Die STOP–LED leuchtet.
2. Bringen Sie den Schalter in Stellung MRES und halten Sie ihn in dieser Stellung fest. In dieser Stellung funktioniert der Betriebsartenschalter als Taster.

   Ergebnis: Die STOP–LED ist eine Sekunde lang dunkel, eine Sekunde lang hell, eine Sekunde lang dunkel und geht dann in Dauerlicht.
3. Lassen Sie danach den Schalter los, drücken Sie ihn dann innerhalb der nächsten 3 Sekunden nach MRES und lassen ihn wieder los.

   Ergebnis: Die STOP–LED blinkt für mindestens 3 Sekunden mit 2 Hz (Urlöschen wird durchgeführt) und geht danach in Dauerlicht.

Fall B: Die CPU fordert durch langsames Blinken der STOP–LED mit 0,5 Hz Urlöschen an (systemseitige Urlöschanforderung, z. B. nach Ziehen oder Stecken einer Memory Card).

Bringen Sie den Schalter in Stellung MRES und lassen Sie ihn wieder los.

Ergebnis: Die STOP–LED blinkt für mindestens 3 Sekunden mit 2 Hz, Urlöschen wird durchgeführt und die LED geht danach in Dauerlicht.

Ablauf in der CPU beim Urlöschen

Beim Urlöschen läuft in der CPU folgender Prozess ab:

- Die CPU löscht das gesamte Anwenderprogramm im Arbeitsspeicher.
- Die CPU löscht das Anwenderprogramm im Ladespeicher. Dabei löscht sie das Programm im integrierten RAM–Speicher und auf einer gesteckten RAM Card. Haben Sie den Ladespeicher mit einer Flash–Card erweitert, bleiben die Teile des Anwenderprogramms erhalten, die auf der Flash–Card gespeichert sind.
- Die CPU löscht alle Zähler, Merker und Zeiten außer der Uhrzeit.
- Die CPU testet ihre Hardware.
- Die CPU setzt ihre Parameter auf Default–Einstellungen.
- Wenn eine FLASH Card gesteckt ist, kopiert die CPU im Anschluss an das Urlöschen das Anwenderprogramm und die auf der FLASH Card gespeicherten Systemparameter in den Arbeitsspeicher.

Was nach dem Urlöschen erhalten bleibt...

Nach dem Urlöschen bleiben folgende Werte erhalten:

- Der Inhalt des Diagnosepuffers

  Wenn während des Urlöschens keine Flash–Card gesteckt war, wird die Größe des Diagnosepuffers wieder auf die Default–Einstellung 120 gesetzt. In diesem Fall bleiben die 120 neuesten Einträge im Diagnosepuffer erhalten.

  Den Inhalt des Diagnosepuffers können Sie mit STEP 7 auslesen.
- Die Parameter der MPI–Schnittstelle. Diese sind die MPI–Adresse und die höchste MPI–Adresse. Beachten Sie die Besonderheiten in nachfolgender Tabelle.
- Die Uhrzeit
- Der Zustand und der Wert des Betriebsstundenzählers

Besonderheit: MPI–Parameter

Eine Sonderstellung beim Urlöschen haben die MPI–Parameter. Welche MPI–Parameter nach dem Urlöschen gültig sind, ist in nachfolgender Tabelle beschrieben.

Urlöschen …	MPI-Parameter …
mit gesteckter FLASH Card	..., die sich auf der FLASH Card befinden, sind gültig
ohne gesteckte FLASH Card	...in der CPU bleiben erhalten und sind gültig

Kaltstart

- Beim Kaltstart werden das Prozessabbild, alle Merker, Zeiten, Zähler und Datenbausteine auf die im Ladespeicher hinterlegten Startwerte zurückgesetzt. Dies ist unabhängig davon, ob diese Daten als remanent oder nicht remanent parametriert wurden.
- Die Programmbearbeitung beginnt wieder mit dem OB 1 oder, falls vorhanden, mit dem OB 102.

Neustart (Warmstart)

- Beim Neustart werden das Prozessabbild und die nicht remanenten Merker, Zeiten und Zähler zurückgesetzt.

  Remanente Merker, Zeiten und Zähler sowie alle Datenbausteine behalten ihren zuletzt gültigen Wert.
- Die Programmbearbeitung beginnt wieder mit dem OB 1 oder, falls vorhanden, mit dem OB 100.
- Bei Unterbrechung der Stromversorgung steht der Warmstart nur bei gepuffertem Betrieb zur Verfügung.

Bedienfolge beim Warmstart/Neustart

1. Bringen Sie den Schalter in Stellung STOP.

Ergebnis: Die STOP–LED leuchtet.

2. Bringen Sie den Schalter in Stellung RUN.

   Ergebnis: Die STOP–LED erlischt, die RUN–LED leuchtet.

Ob die CPU einen Neustart oder einen Wiederanlauf durchführt, hängt von der Parametrierung der CPU ab.

Bedienfolge beim Kaltstart

Einen Kaltstart können Sie ausschließlich mit dem PG Kommando "Kaltstart" auslösen. Hierzu muss die CPU im STOP–Zustand sein und der der Betriebsartenschalter muss auf RUN stehen.

5.7 Aufbau und Funktion der Memory Cards

Bestellnummern

Die Bestellnummern der Memory Cards sind bei den technischen Daten aufgelistet, siehe Kapitel Technische Daten der Memory Cards (Seite 320).

Aufbau einer Memory Card

Die Memory Card hat die Größe einer PCMCIA–Karte. Sie wird in einen Schacht auf der Frontseite der CPU gesteckt.

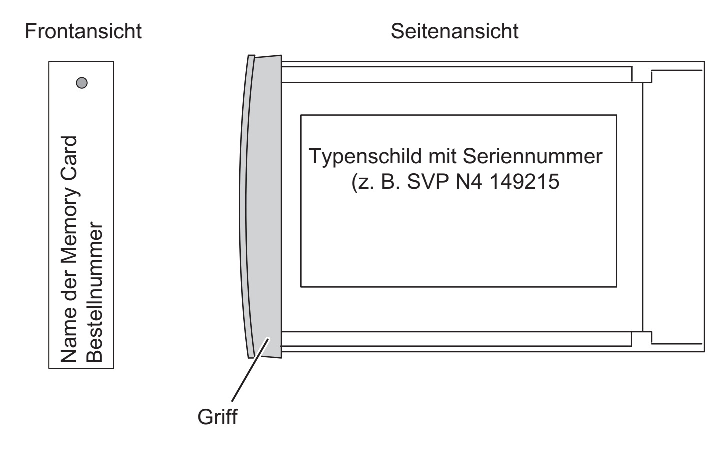


Bild 5-5 Aufbau der Memory Card

Funktion der Memory Card

Die Memory Card und ein integrierter Speicherbereich auf der CPU bilden zusammen den Ladespeicher der CPU. Im Betrieb enthält der Ladespeicher das komplette Anwenderprogramm einschließlich der Kommentare, der Symbolik und spezieller Zusatzinformation, die das Rückübersetzen des Anwenderprogramms erlaubt, sowie alle Baugruppenparameter.

Was in der Memory Card gespeichert wird

In der Memory Card können folgende Daten gespeichert werden:

- Das Anwenderprogramm, d.h. OBs, FBs, FCs, DBs und Systemdaten
- Parameter, die das Verhalten der CPU bestimmen
- Parameter, die das Verhalten von Peripheriebaugruppen bestimmen
- Die kompletten Projektdateien in dafür geeigneten Memory Cards.

Arten von Memory Cards für S7–400

Bei der S7–400 werden zwei Arten von Memory Cards eingesetzt:

- RAM Cards
- FLASH Cards

Welche Art von Memory Card verwenden?

Ob Sie eine RAM Card oder eine FLASH Card verwenden, hängt davon ab, wie Sie die Memory Card einsetzen wollen.

Tabelle 5- 4 Arten von Memory Cards

Wenn Sie ...	dann ...
Ihr Programm auch während der Betriebsart RUN ändern wollen,	verwenden Sie eine **RAM Card**
auch im spannungslosen Zustand, also ohne Pufferung oder außerhalb der CPU, Ihr Anwenderprogramm dauerhaft auf der Memory Card speichern wollen,	verwenden Sie eine **FLASH Card**

RAM Card

Stecken Sie die RAM Card zum Laden des Anwenderprogramms in die CPU. Laden Sie das Anwenderprogramm mit STEP 7 "Zielsystem -> Anwenderprogramm laden in Memory Card".

Sie können das gesamte Anwenderprogramm oder einzelne Teile wie z. B. FBs, FCs, OBs, DBs oder SDBs im Zustand STOP oder im Zustand RUN in den Ladespeicher laden.

Wenn Sie die RAM Card aus der CPU entfernen, geht die darauf gespeicherte Information verloren. Die RAM Card besitzt keine eingebaute Pufferbatterie.

Enthält die Stromversorgung eine funktionsfähige Pufferbatterie oder wird bei der CPU eine externe Pufferspannung an der Buchse "EXT. BATT." eingespeist, bleibt der Speicherinhalt der RAM Card nach Ausschalten der Stromversorgung erhalten, solange die RAM Card in der CPU und die CPU im Baugruppenträger gesteckt bleiben.

FLASH Card

Wenn Sie eine FLASH Card verwenden, haben Sie zwei Möglichkeiten zum Laden des Anwenderprogramms:

- Sie bringen die CPU mit dem Betriebsartenschalter in den Zustand STOP, stecken die FLASH Card in die CPU und laden das Anwenderprogramm mit STEP 7 "Zielsystem -> Anwenderprogramm laden in Memory Card" in die FLASH Card.
- Sie laden das Anwenderprogramm im Off–Line–Betrieb am Programmiergerät/Programmieradapter in die FLASH Card und stecken dann die FLASH Card in die CPU.

Die FLASH Card benötigt zur Speicherung ihres Inhalts keine Spannung, d. h. die darauf enthaltene Information bleibt erhalten, wenn Sie die FLASH Card aus der CPU entfernen oder Ihr System S7–400 ungepuffert betreiben (ohne Pufferbatterie in der Stromversorgungsbaugruppe bzw. ohne externe Pufferspannung an der Buchse "EXT. BATT." der CPU).

Ungepufferter automatischer Neustart oder Kaltstart

Wenn Sie Ihre CPU ohne Pufferbatterie betreiben, dann wird nach dem Einschalten oder bei Spannungswiederkehr nach NETZ-AUS die CPU automatisch urgelöscht und anschließend ein Neustart oder Kaltstart, entsprechend der Projektierung, durchgeführt. Das Anwenderprogramm muss auf FLASH Card vorhanden sein und mit dem Schalter Batt.Indic an der Stromversorgungsbaugruppe darf keine Batterieüberwachung eingestellt sein.

Bei eingestellter Batterieüberwachung müssen Sie nach dem Einschalten der CPU oder bei Spannungswiederkehr nach NETZ-AUS einen Neustart oder Kaltstart durchführen, entweder mit dem Betriebsartenschalter oder über ein PG. Die fehlende bzw. ausgefallene Pufferbatterie wird als externer Fehler gemeldet, die LED EXTF leuchtet.

Anwenderprogramm laden

Auf eine FLASH Card können Sie nur Ihr vollständiges Anwenderprogramm laden.

ACHTUNG
Datenbaustein auf FLASH Card Es dürfen keine Datenbausteine auf die FLASH Card übertragen werden, die im Anlauf der CPU automatisch erzeugt werden. Wen dies geschieht, läuft die CPU nicht an. Die automatisch erzeugten Datenbausteine sind in einem Offline Projekt allerdings nur dann vorhanden, wenn Sie sie aus der CPU in das Offline Projekt geladen haben.

Teile eines Anwenderprogrammes nachladen

Teile eines Anwenderprogrammes können Sie mit dem PG in den auf der CPU integrierten Ladespeicher nachladen. Beachten Sie, dass der Inhalt dieses integrierten RAM–Speichers beim Urlöschen gelöscht wird. Nach dem Urlöschen ist also wieder das Anwenderprogramm aktuell, das auf der FLASH Card gespeichert ist.

Welche Memory Card–Kapazität verwenden?

Die Kapazität der von Ihnen benötigten Memory Card richtet sich nach dem Umfang des Anwenderprogramms.

Speicherbedarf mit dem SIMATIC Manager ermitteln

Sie können sich die Baustein–Längen offline im Dialogfeld "Eigenschaften – Bausteinordner offline" (Bausteine -> Objekteigenschaften -> Register Bausteine) anzeigen lassen.

In der Offline–Ansicht werden folgende Längen angezeigt:

- Größe (Summe aller Bausteine ohne Systemdaten) im Ladespeicher des Zielsystems
- Größe (Summe aller Bausteine ohne Systemdaten) im Arbeitsspeicher des Zielsystems

Baustein–Längen auf dem Erstellsystem (PG/PC) werden in den Eigenschaften des Baustein-Behälters nicht angezeigt.

Baustein–Längen werden in der Einheit "Byte" angezeigt.

In den Eigenschaften eines Bausteins werden folgende Werte angezeigt:

- Benötigte Anzahl an Lokaldaten: Größe der Lokaldaten in Byte
- MC7: Größe des MC7–Code in Byte,
- Größe der DB–Nutzdaten
- Größe im Ladespeicher des Zielsystems
- Größe im Arbeitsspeicher des Zielsystems (Nur bei bekannter Hardware–Zuordnung)

Die Anzeigen sind unabhängig davon, ob der Baustein im Fenster einer Online–Ansicht oder einer Offline–Ansicht liegt.

Ist ein Baustein–Behälter geöffnet und "Ansicht Details" eingestellt, so wird im Projektfenster der Arbeitsspeicherbedarf angezeigt, unabhängig davon, ob der Baustein–Behälter im Fenster einer Online–Ansicht oder einer Offline–Ansicht liegt.

Sie können die Bausteinlängen summieren, indem Sie alle relevanten Bausteine markieren. In diesem Fall wird die Summe für die markierten Bausteine in der Statuszeile des SIMATIC Managers angezeigt.

Für nicht auf das Zielsystem ladbare Bausteine (z. B. VATs) wird keine Länge dargestellt.

Bausteinlängen auf dem Erstellsystem (PG/PC) werden in der Ansicht Details nicht angezeigt.

5.8 Mehrpunktfähige Schnittstelle (MPI)

Anschließbare Geräte

An die MPI können Sie z. B. folgende Teilnehmer anschließen:

- Programmiergeräte (PG/PC)
- Bedien– und Beobachtungsgeräte (OPs und TDs)
- Weitere SIMATIC S7 Steuerungen

Einige anschließbare Geräte beziehen zur Versorgung 24 V aus der Schnittstelle. Dort wird diese Spannung potentialgebunden zur Verfügung gestellt

PG/OP–CPU–Kommunikation

Bei der Kommunikation mit PGs/OPs kann eine CPU gleichzeitig mehrere Online–Verbindungen halten. Von diesen Verbindungen ist jedoch durch Voreinstellung immer eine Verbindung für ein PG und eine Verbindung für ein OP/BuB–Gerät reserviert.

CPU–CPU–Kommunikation

CPUs tauschen Daten über die S7–Kommunikation aus.

Weitere Information hierzu finden Sie im Handbuch *Programmieren mit STEP 7*.

Stecker

Verwenden Sie ausschließlich Busstecker mit schrägem Kabelabgang für PROFIBUS DP bzw. PG–Kabel zum Anschluss von Geräten an die MPI (siehe *Installationshandbuch*7).

MPI–Schnittstelle als DP–Schnittstelle

Die MPI–Schnittstelle können Sie auch als DP–Schnittstelle parametrieren. Hierzu können Sie die MPI–Schnittstelle unter STEP 7 im SIMATIC–Manager umparametrieren. Damit können Sie einen DP–Strang mit maximal 32 Slaves aufbauen.

5.9 PROFIBUS–DP–Schnittstelle

Anschließbare Geräte

An die PROFIBUS–DP–Schnittstelle können Sie alle normkonformen DP–Slaves anschließen.

Die CPU ist dabei DP–Master, der über den Feldbus PROFIBUS–DP mit den passiven Slavestationen oder im Einzelbetrieb mit weiteren DP–Mastern verbunden ist.

Einige anschließbare Geräte beziehen zur Versorgung 24 V aus der Schnittstelle. Dort wird diese Spannung potentialgebunden zur Verfügung gestellt.

Stecker

Verwenden Sie ausschließlich Busstecker für PROFIBUS DP bzw. PROFIBUS–Kabel zum Anschluss von Geräten an die PROFIBUS–DP–Schnittstelle (*siehe Installationshandbuch*).

Redundanter Betrieb

Im redundanten Betrieb haben die PROFIBUS–DP–Schnittstellen dieselben Parameter.

5.10 Die Parameter für die S7–400H CPUs im Überblick

Defaultwerte

Die CPU–spezifischen Defaultwerte können Sie mit STEP 7 "Hardware konfigurieren" ermitteln.

Parameterblöcke

Das Verhalten und die Eigenschaften der CPU werden über Parameter (die in Systemdatenbausteinen gespeichert werden) festgelegt. Die CPUs besitzen eine definierte Voreinstellung. Diese Voreinstellung können Sie modifizieren, indem Sie die Parameter in der Hardware–Konfiguration ändern.

Nachfolgende Liste gibt einen Überblick über die parametrierbaren Systemeigenschaften, die in den CPUs verfügbar sind.

- Allgemeine Eigenschaften, z. B. Name der CPU
- Anlauf
- Zyklus/Taktmerker, z. B. Zyklusüberwachungszeit
- Remanenz, d.h. Anzahl der Merker, Timer und Zähler, die gehalten werden
- Speicher, z.B. Lokaldaten

  Hinweis: Wenn Sie die Aufteilung des Arbeitsspeichers per Parametrierung ändern, dann wird beim Laden der Systemdaten in die CPU der Arbeitsspeicher reorganisiert. Das hat zur Folge, dass Datenbausteine, die per SFC erzeugt wurden, gelöscht werden und die übrigen Datenbausteine mit Initialwerten aus dem Ladespeicher vorbesetzt werden.

  Die nutzbare Größe des Arbeitsspeichers für Code– bzw. Datenbausteine wird beim Laden der Systemdaten geändert, wenn Sie folgende Parameter ändern:

  – Größe des Prozessabbildes, byteweise im Register "Zyklus/Taktmerker"
  – Kommunikationsressourcen im Register "Speicher"
  – Größe des Diagnosepuffers im Register "Diagnose/Uhr"
  – Anzahl Lokaldaten für alle Prioritätsklassen im Register "Speicher"
- Zuordnung der Alarme (Prozessalarme, Verzögerungsalarme, Asynchronfehleralarme) zu den Prioritätsklassen
- Uhrzeitalarme, z. B. Start, Intervalldauer, Priorität
- Weckalarme, z. B. Priorität, Intervalldauer
- Diagnose/Uhr, z. B. Uhrzeitsynchronisation
- Schutzstufen
- H-Parameter

Parametrierungswerkzeug

Die einzelnen CPU–Parameter können Sie mit STEP 7 "Hardware konfigurieren" einstellen.

Hinweis

Wenn Sie folgende Parameter ändern, werden vom Betriebssystem nachfolgende Initialisierungen vorgenommen:

- Größe des Prozessabbilds der Eingänge
- Größe des Prozessabbilds der Ausgänge
- Größe der Lokaldaten
- Anzahl der Diagnosepuffereinträge
- Kommunikationsressourcen

Diese Initialisierungen sind:

- Datenbausteine werden mit den Ladewerten initialisiert
- M, Z, T, E, A werden unabhängig von Remanenz-Einstellung gelöscht (0)
- über SFC erzeugte DBs werden gelöscht
- Festprojektierte, dynamische Verbindungen werden abgebaut

Das System läuft an wie bei einem Kaltstart.

Weitere Einstellungen

- Die Baugruppenträgernummer einer H–CPU, 0 oder 1

  Die Baugruppenträgernummer ändern Sie mit dem Schalter auf der Rückseite der CPU.
- Die Betriebsart einer H–CPU: Einzelbetrieb oder Redundanzbetrieb

  Wie Sie die Betriebsart einer H–CPU ändern finden Sie im Anhang Einzelbetrieb (Seite 333) beschrieben.

Spezielle Funktionen einer CPU 41x-H

6

6.1 Firmware aktualisieren ohne Memory-Card

Prinzipielle Vorgehensweise

Für die Aktualisierung der Firmware einer CPU erhalten Sie mehrere Dateien (*.UPD) mit der aktuellen Firmware. Diese Dateien laden sie in die CPU. Eine Memory-Card benötigen Sie für die Online-Aktualisierung nicht. Es ist allerdings nach wie vor möglich, eine Aktualisierung der Firmware mit einer Memory-Card durchzuführen.

Voraussetzung

Die CPU, deren Firmware aktualisiert werden soll, muss online erreichbar sein, z. B. über PROFIBUS, MPI oder Industrial Ethernet. Die Dateien mit den aktuellen Firmware-Versionen müssen im Dateisystem Ihres PG/PC zur Verfügung stehen. In einem Ordner dürfen sich nur Dateien für einen Firmwarestand befinden. Wenn für die CPU Schutzstufe 2 oder 3 eingestellt ist, benötigen Sie für die Aktualisierung der Firmware das Passwort.

Hinweis

Die Firmware der H-CPUs können Sie über Industrial Ethernet aktualisieren, wenn die CPU über einen CP an das Industrial Ethernet angeschlossen ist. Eine Firmwareaktualisierung über MPI kann bei Einstellung einer kleinen Übertragungsrate längere Zeit in Anspruch nehmen (z.B. bei 187,5 kBit/s ca. 10 Minuten).

Vorgehensweise

Um die Firmware einer CPU zu aktualisieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Öffnen Sie in HW-Konfig die Station mit der zu aktualisierenden CPU.
2. Markieren Sie die CPU.
3. Wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem -> Firmware aktualisieren".
4. Wählen Sie im Dialog "Firmware aktualisieren" über die Schaltfläche "Durchsuchen" den Pfad zu den Firmware-Update-Dateien (*.UPD).

   Wenn Sie eine Datei ausgewählt haben, erscheint in den unteren Feldern des Dialogs "Firmware aktualisieren" die Information, für welche Baugruppen die Datei geeignet ist und ab welcher Firmware-Version.
5. Klicken Sie auf die Schaltfläche "Ausführen".

STEP 7 prüft, ob die ausgewählte Datei von der CPU interpretiert werden kann und lädt bei positiver Prüfung die Datei in die CPU. Falls dazu der Betriebszustand der CPU geändert werden muss, werden Sie über Dialoge zu diesen Aktionen aufgefordert.

ACHTUNG
Ungepuffertes Netz-Aus/Ein Wenn die Aktualisierung der Firmware durch ein ungepuffertes Netz-Aus/Ein unterbrochen wird, kann es vorkommen, dass die CPU danach kein funktionsfähiges Betriebssystem mehr hat. Sie erkennen dies daran, dass die LEDs INTF und EXTF beide blinken. Dies können Sie dann nur beheben, indem Sie die Firmware von einer Memory Card neu laden.

6.2 Firmware aktualisieren im RUN

Voraussetzung

Größe und Typ des Ladespeichers in Master- und Reserve-CPU sind gleich. Beide Sync-Kopplungen sind vorhanden und funktionieren.

Vorgehensweise ab STEP 7 V5.4 SP3

Um die Firmware der CPUs eines H-Systems im RUN zu aktualisieren gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Setzen Sie eine der CPUs über das PG in STOP
2. Wählen Sie diese CPU in HW-Konfig an.
3. Führen Sie den Menübefehl "Zielsystem -> Firmware aktualisieren" aus.

   Das Dialogfeld "Firmware aktualisieren" öffnet sich. In diesem wählen Sie die Firmware Datei aus, über die die aktuelle Firmware in die ausgewählte CPU geladen wird.
4. Wählen Sie im SIMATIC Manager oder in HW-Konfig den Menübefehl "Zielsystem -> Betriebszustand -> Umschalten auf" CPU 41x-H und selektieren Sie das Optionsfeld "mit geändertem Betriebssystem"

   Das H-System führt eine Master-Reserve-Umschaltung aus, die CPU ist danach wieder im RUN.
5. Führen Sie die Schritte 1 bis 3 für die andere CPU durch.
6. Starten Sie die CPU neu. Das H-System geht dadurch wieder in den Betriebszustand redundant.

Beide CPUs sind mit aktualisierter Firmware (Betriebssystem) im Betriebszustand redundant.

Vorgehensweise ab STEP 7 V5.3 SP2 bis einschließlich STEP 7 V5.4 SP2

Um die Firmware der CPUs eines H-Systems im RUN zu aktualisieren gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Setzen Sie eine der CPUs aus dem SIMATIC Manager mit "Zielsystem -> Betriebszustand CPUs" in STOP.
2. Wählen Sie diese CPU in HW-Konfig an.
3. Führen Sie den Menübefehl "Zielsystem -> Firmware aktualisieren" aus.

   Das Dialogfeld "Firmware aktualisieren" öffnet sich. In diesem wählen Sie die Firmware Datei aus, über die die aktuelle Firmware in die ausgewählte CPU geladen wird.
4. Wählen Sie im SIMATIC Manager oder in HW-Konfig den Menübefehl "Zielsystem -> Betriebszustand -> Umschalten auf" CPU 41xH und selektieren Sie das Optionsfeld "mit geändertem Betriebssystem"

   Das H-System führt eine Master-Reserve-Umschaltung aus, die CPU ist danach wieder im RUN.
5. Führen Sie die Schritte 1 bis 3 für die andere CPU durch.
6. Starten Sie die CPU neu. Das H-System geht dadurch wieder in den Betriebszustand redundant.

Beide CPUs sind mit aktualisierter Firmware (Betriebssystem) im Betriebszustand redundant.

ACHTUNG
Ab STEP 7 V5.3 SP2 bis einschließlich STEP 7 V5.4 SP2 beachten: Wenn Sie mit diesen STEP7 Versionen aus HW-Konfig zuerst "Zielsystem -> Firmware aktualisieren" ausführen, bevor Sie die CPU aus dem SIMATIC-Manager in STOP versetzt haben, gehen **beide** CPUs in STOP.

Hinweis

Die Firmwarestände von Master- und Reserve-CPU dürfen sich nur an der dritten Ziffer um 1 unterscheiden. Ein Update ist nur auf die neuere Version zulässig.

Beispiel: Von V4.5.0 nach V4.5.1

Beachten Sie hierzu eventuelle Hinweise im Firmware-Downloadbereich.

Auch bei Firmware aktualisieren im RUN gelten die gleichen Randbedingungen wie in Kapitel System– und Betriebszustände der S7–400H (Seite 81) beschrieben

---

6.3 Servicedaten auslesen

Anwendungsfall

Im Servicefall, zu dessen Behebung Sie den Customer Support heranziehen, kann es sein, dass der Customer Support zu Diagnosezwecken spezielle Informationen über den Zustand einer CPU Ihrer Anlage benötigt. Diese Informationen sind im Diagnosepuffer und in den eigentlichen Servicedaten abgelegt.

Diese Informationen können Sie mit dem Menübefehl "Zielsystem -> Servicedaten speichern" auslesen und in zwei Dateien abspeichern. Diese können Sie dann dem Customer Support zukommen lassen.

Beachten Sie hierbei Folgendes:

- Speichern Sie die Servicedaten möglichst unmittelbar, nachdem eine CPU in STOP gegangen ist bzw. nachdem in einem H-System ein Synchronisationsverlust aufgetreten ist.
- Speichern Sie in einem H-System immer die Servicedaten beider CPUs.

Vorgehensweise

1. Wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem -> Servicedaten speichern".

   Ein Dialogfeld wird geöffnet, in dem Sie Speicherort und Namen für die beiden Dateien festlegen können.
2. Speichern Sie die Dateien ab.
3. Lassen Sie die Dateien auf Anfrage dem Customer Support zukommen.

S7–400H im PROFIBUS DP–Betrieb 7

7.1 CPU 41x–H als PROFIBUS–DP–Master

Einleitung

In diesem Kapitel ist beschrieben, wie Sie die CPU als DP–Master einsetzen und für Direkten Datenaustausch projektieren.

Weitere Literatur

Beschreibungen und Hinweise zur Projektierung, Konfigurierung eines PROFIBUS–Subnetzes und der Diagnose im PROFIBUS–Subnetz finden Sie in der **STEP 7**–Online–Hilfe.

Weitere Informationen

Beschreibungen und Hinweise zum Umstieg von PROFIBUS DP auf PROFIBUS DPV1 finden Sie im Internet über die Adresse:

http://support.automation.siemens.com

unter Beitragsnummer 7027576

7.1.1 DP–Adressbereiche der CPUs 41xH

Adressbereiche der CPUs 41xH

Tabelle 7- 1 CPUs 41x, MPI/DP-Schnittstelle als Profibus–DP

Adressbereich	412-3H	414-4H	417–4H
MPI–Schnittstelle als PROFIBUS DP jeweils Ein– und Ausgänge (Byte)	2048	2048	2048
DP–Schnittstelle als PROFIBUS DP jeweils Ein– und Ausgänge (Byte)	-	6144	8192
Davon im Prozessabbild jeweils Ein– und Ausgänge bis x Byte einstellbar	-	0 bis 8192	0 bis 16384

DP–Diagnoseadressen belegen im Adressbereich für die Eingänge jeweils mindestens 1 Byte für den DP–Master und jeden DP–Slave. Unter diesen Adressen ist z. B. die DP–Normdiagnose der jeweiligen Teilnehmer abrufbar über den Parameter LADDR des SFC 13. Die DP–Diagnoseadressen legen Sie bei der Projektierung fest. Wenn Sie keine DP–Diagnoseadressen festlegen, vergibt STEP 7 die Adressen ab der höchsten Byteadresse abwärts als DP–Diagnoseadressen.

Im DPV1–Modus des Masters bekommen die Slaves in der Regel 2 Diagnoseadressen.

7.1.2 CPU 41xH als PROFIBUS–DP–Master

Voraussetzung

Sie müssen die entsprechende CPU–Schnittstelle als PROFIBUS DP-Master konfigurieren. Das heißt, Sie müssen in **STEP 7** folgende Einstellungen machen:

- Ein Netz zuweisen
- Die CPU als PROFIBUS DP-Master projektieren
- Eine PROFIBUS–Adresse zuweisen
- Eine Betriebsart auswählen, S7–kompatibel oder DPV1

  Default–Einstellung ist DPV1
- DP–Slaves an das DP–Mastersystem anbinden

Hinweis

Ist einer der PROFIBUS–DP–Slaves eine CPU 31x oder eine CPU 41x?

Dann finden Sie diesen DP–Slave im PROFIBUS–DP–Katalog als "bereits projektierte Station". Dieser DP–Slave–CPU weisen Sie im PROFIBUS DP-Master eine Slavediagnoseadresse zu. Den PROFIBUS DP-Master müssen Sie mit der DP–Slave–CPU koppeln und die Adressbereiche für den Datenaustausch zur DP–Slave–CPU festlegen.

Status/Steuern, Programmieren über PROFIBUS

Alternativ zur MPI–Schnittstelle können Sie über die PROFIBUS–DP–Schnittstelle die CPU programmieren oder die PG–Funktionen Status und Steuern ausführen.

ACHTUNG
Die Anwendungen "Programmieren" oder "Status und Steuern" über die PROFIBUS–DP–Schnittstelle verlängert den DP–Zyklus.

Hochlauf des DP–Mastersystems

Mit folgenden Parametern stellen Sie die Hochlaufzeitüberwachung des PROFIBUS DP-Master ein:

- Fertigmeldung durch Baugruppe
- Übertragung der Parameter an Baugruppen

D. h., in der eingestellten Zeit müssen die DP–Slaves hochlaufen und von der CPU (als PROFIBUS DP-Master) parametriert sein.

PROFIBUS-Adresse des PROFIBUS DP-Master

Es sind alle PROFIBUS–Adressen zulässig.

Von IEC 61158 nach DPV1

Die Norm zur Dezentralen Peripherie IEC 61158 wurde weiterentwickelt. Die Ergebnisse der Weiterentwicklung sind in die IEC 61158 / IEC 61784–1:2002 Ed1 CP 3/1 eingeflossen. In der SIMATIC–Dokumentation wird hierfür die Bezeichnung DPV1 verwendet. Die neue Version weist einige Erweiterungen und Vereinfachungen auf.

Automatisierungskomponenten der Firma SIEMENS verfügen über DPV1–Funktionalität. Damit Sie diese neuen Funktionalitäten nutzen können, müssen Sie an Ihrem System einige wenige Modifikationen vornehmen. Die komplette Beschreibung des Umstiegs von IEC 61158 auf DPV1 finden Sie als FAQ mit dem Titel "Umstieg von IEC 61158 auf DPV1", FAQ–Beitrags ID 7027576 auf der Internet–Site des Customer Supports.

Komponenten, die die PROFIBUS DPV1–Funktionalität unterstützen

DPV1–Master

- Die S7–400 CPUs mit integrierter DP–Schnittstelle.
- Der CP 443–5 mit der Bestellnummer 6GK7 443–5DX03–0XE0,
  6GK7 443–5DX04–0XE0.

DPV1–Slaves

- DP–Slaves, die im Hardware Katalog von STEP 7 unter ihrem Familiennamen zu finden sind, sind im Info–Text als DPV1–Slaves zu erkennen.
- DP–Slaves, die in STEP 7 über GSD–Dateien eingebracht werden, ab GSD–Revision 3.

Welche Betriebsmodi für DPV1–Komponenten gibt es?

- S7–kompatibler Modus

  In diesem Modus ist die Komponente zu IEC 61158 kompatibel. Allerdings können Sie dann nicht die volle DPV1–Funktionalität nutzen.

- DPV1–Modus

  In diesem Modus können Sie die volle DPV1–Funktionalität nutzen. Die Automatisierungskomponenten in der Station, die kein DPV1 unterstützen, können Sie wie gewohnt weiterhin nutzen.

Kompatibilität zwischen DPV1 und IEC 61158?

Sie können auch nach der Umstellung auf DPV1 alle bisherigen Slaves weiterhin nutzen. Diese unterstützen allerdings die erweiterten Funktionen von DPV1 nicht.

Sie können auch ohne die Umstellung auf DPV1 die DPV1–Slaves einsetzen. Diese verhalten sich dann wie herkömmliche Slaves. DPV1–Slaves der Firma SIEMENS können Sie dazu im S7–kompatiblen Modus betreiben. Für DPV1–Slaves anderer Hersteller benötigen Sie eine GSD-Datei nach IEC 61158 kleiner Revision 3.

Ermitteln der Bustopologie in einem DP–Mastersystem mit der SFC 103 "DP_TOPOL"

Um die Möglichkeiten zu verbessern, bei Störungen im laufenden Betrieb festzustellen, welche Baugruppe gestört ist bzw. wo auf dem DP–Kabel eine Unterbrechung etc. vorliegt, gibt es den Diagnose–Repeater. Diese Baugruppe ist ein Slave, der die Topologie eines DP–Strangs ermitteln und davon ausgehend Störungen erfassen kann.

Mit der SFC 103 "DP_TOPOL" stoßen Sie die Ermittlung der Bustopologie eines DP–Mastersystems durch den Diagnose–Repeater an. Die SFC 103 wird in der zugehörigen Onlinehilfe und im Handbuch *"System– und Standardfunktionen* beschrieben. Der Diagnose–Repeater ist beschrieben im Handbuch *"Diagnose–Repeater für PROFIBUS–DP*, Bestellnummer 6ES7972–0AB00–8AA0.

7.1.3 Diagnose der CPU 41xH als PROFIBUS–DP–Master

Diagnose durch LED–Anzeigen

Nachfolgende Tabelle erläutert die Bedeutung der BUSF–LED. Bei einer Anzeige wird immer die BUSF–LED leuchten oder blinken, die der als PROFIBUS–DP–Schnittstelle projektierten Schnittstelle zugeordnet ist.

Tabelle 7- 2 Bedeutung der LED "BUSF" der CPU 41x als DP–Master

BUSF	Bedeutung	Abhilfe
aus	Projektierung in Ordnung; alle projektierten Slaves sind ansprechbar	-
leuchtet	• DP–Schnittstellenfehler • verschiedene Baudraten im Multi–DP–Master–Betrieb (nur im Einzelbetrieb)	• Werten Sie die Diagnose aus. Projektieren Sie neu oder korrigieren Sie die Projektierung.
blinkt	• Stationsausfall • mindestens einer der zugeordneten Slaves ist nicht ansprechbar • Busfehler (physikalischer Fehler)	• Überprüfen Sie, ob das Buskabel an der CPU 41x angeschlossen ist bzw. der Bus unterbrochen ist. • Warten Sie ab, bis die CPU 41x hochgelaufen ist. Wenn die LED nicht aufhört zu blinken, überprüfen Sie die DP–Slaves oder werten Sie die Diagnose der DP–Slaves aus. • Überprüfen Sie das Buskabel auf Kurzschluss oder Unterbrechung.

Auslesen der Diagnose mit STEP 7

Tabelle 7- 3 Auslesen der Diagnose mit STEP 7

DP–Master	Baustein oder Register in STEP 7	Anwendung	Siehe ...
CPU 41x	Register "DP–Slave–Diagnose"	Slave–Diagnose als Klartext an **STEP 7**–Oberfläche anzeigen	siehe "Hardware diagnostizieren" in der **STEP 7**–Onlinehilfe und im Handbuch *Hardware konfigurieren und Verbindungen projektieren mit* **STEP 7**
	SFC 13 "DPNRM_DG"	Slave–Diagnose auslesen d.h. in Datenbereich des Anwenderprogramms ablegen Tritt während der Bearbeitung der SFC 13 ein Fehler auf, so kann es vorkommen, dass das Busy–Bit nicht auf "0" gesetzt wird. Prüfen Sie daher nach jeder Bearbeitung der SFC 13 den Parameter RET_VAL ab.	Aufbau für CPU 41x siehe *Referenzhandbuch CPU–Daten*; SFC siehe *Referenzhandbuch System– und Standardfunktionen* Aufbau für andere Slaves siehe deren Beschreibung
	SFC 59 "RD_REC"	Datensätze der S7–Diagnose auslesen (in Datenbereich des Anwenderprogramms ablegen)	Siehe *Referenzhandbuch System– und Standardfunktionen*
	SFC 51 "RDSYSST"	SZL–Teillisten auslesen. Im Diagnosealarm mit der SZL–ID W#16#00B3 den SFC 51 aufrufen und SZL der Slave–CPU auslesen.	

DP–Master	Baustein oder Register in STEP 7	Anwendung	Siehe ...
	SFB 52 "RDREC"	für DPV1–Slaves Datensätze der S7–Diagnose auslesen d. h. in Datenbereich des Anwenderprogramms ablegen	
	SFB 54 "RALRM"	für DPV1–Slaves: Alarminformation auslesen innerhalb des zugehörigen Alarm–OBs	

Diagnose im Anwenderprogramm auswerten

Das folgende Bild zeigt Ihnen, wie Sie vorgehen müssen, um die Diagnose im Anwenderprogramm auswerten zu können.

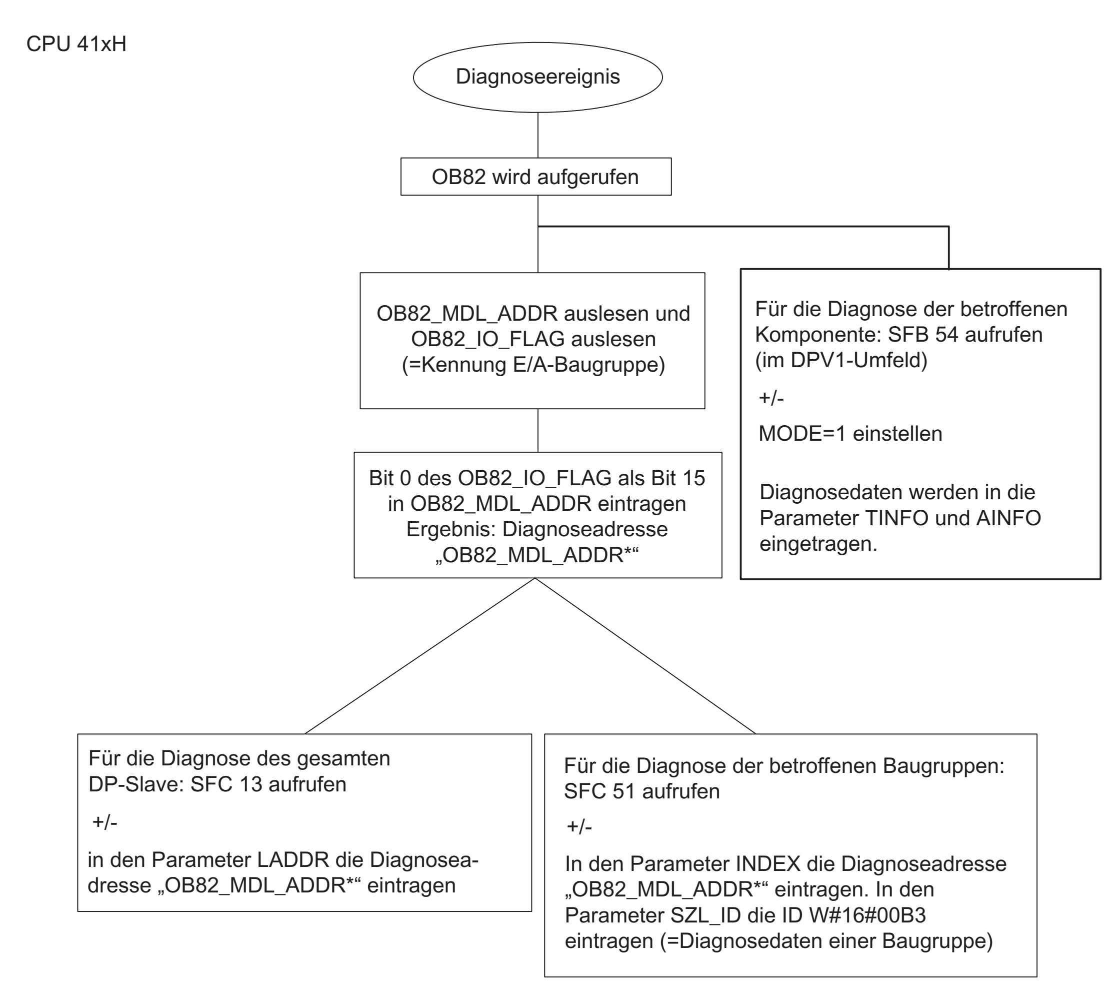


Bild 7-1 Diagnose mit CPU 41xH

Diagnoseadressen in Verbindung mit DP–Slave–Funktionalität

Sie vergeben bei der CPU 41xH Diagnoseadressen für den PROFIBUS–DP. Beachten Sie bei der Projektierung, dass DP–Diagnoseadressen einmal dem DP–Master und einmal dem DP–Slave zugeordnet sind.

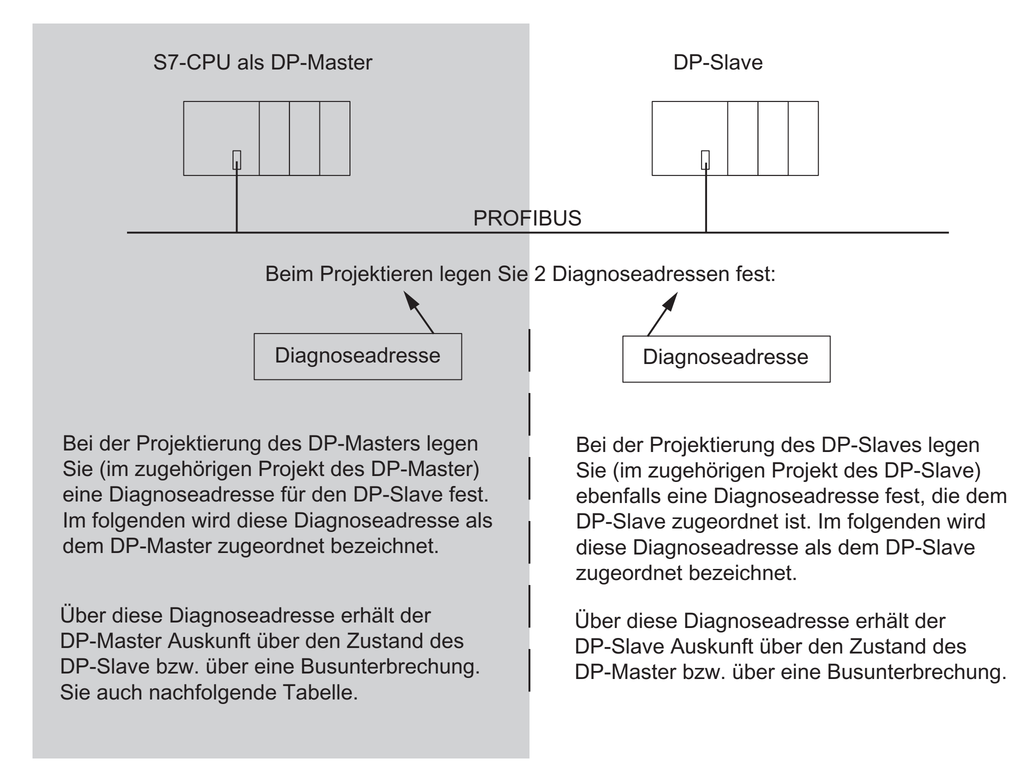


Bild 7-2 Diagnoseadressen für DP–Master und DP–Slave

Ereigniserkennung

Nachfolgende Tabelle zeigt, wie die CPU 41xH als DP–Master Betriebszustandsänderungen eines DP–Slaves bzw. Unterbrechungen des Datentransfers erkennt.

Tabelle 7- 4 Ereigniserkennung der CPUs 41xH als DP–Master

Ereignis	was passiert im DP–Master
Busunterbrechung durch Kurzschluss oder durch Ziehen des Steckers	• Aufruf des OB 86 mit der Meldung **Stationsausfall** als kommendes Ereignis; Diagnoseadresse des DP–Slave, die dem DP–Master zugeordnet ist • bei Peripheriezugriff: Aufruf des OB 122, Peripheriezugriffsfehler
DP–Slave: RUN → STOP	• Aufruf des OB 82 mit der Meldung **Baugruppe gestört** als kommendes Ereignis; Diagnoseadresse des DP–Slave, die dem DP–Master zugeordnet ist; Variable OB82_MDL_STOP=1
DP–Slave: STOP → RUN	• Aufruf des OB 82 mit der Meldung **Baugruppe ok** als gehendes Ereignis; Diagnoseadresse des DP–Slave, die dem DP–Master zugeordnet ist; Variable OB82_MDL_STOP=0

Auswertung im Anwenderprogram

Nachfolgende Tabelle zeigt, wie Sie zum Beispiel RUN–STOP–Übergänge des DP–Slaves im DP–Master auswerten können. Siehe auch vorangehende Tabelle.

im DP–Master	im DP–Slave (CPU 41x)
• Beispiel für Diagnoseadressen: Masterdiagnoseadresse=1023 Slavediagnoseadresse im Master- system=1022	• Beispiel für Diagnoseadressen: Slavediagnoseadresse=422 Masterdiagnoseadresse=nicht relevant
Die CPU ruft den OB 82 auf mit u. a. folgenden Informationen: • OB 82_MDL_ADDR:=1022 • OB82_EV_CLASS:=B#16#39 als kommendes Ereignis • OB82_MDL_DEFECT:=Baugruppenstörung Diese Informationen stehen auch im Diagnosepuffer der CPU Programmieren Sie m Anwenderprogramm auch den SFC 13 "DPNRM_DG" zum Auslesen der DP-Slave-Diagnosedaten. Verwenden Sie im DPV1-Umfeld den SFB54. Er gibt die komplette Alarminformation aus.	CPU: RUN → STOP CPU erzeugt ein DP–Slave–Diagnosetelegramm.

7.2 Konsistente Daten

Daten, die inhaltlich zusammengehören und einen Prozesszustand zu einem bestimmten Zeitpunkt beschreiben, bezeichnet man als konsistente Daten. Damit Daten konsistent sind, dürfen sie während der Übermittlung nicht verändert oder aktualisiert werden.

Beispiel 1:

Damit der CPU für die Dauer der zyklischen Programmbearbeitung ein konsistentes Abbild der Prozess–Signale zur Verfügung steht, werden die Prozess–Signale vor der Programmbearbeitung in das Prozessabbild der Eingänge gelesen bzw. die Ergebnisse der Bearbeitung nach der Programmbearbeitung in das Prozessabbild der Ausgänge geschrieben. Anschließend greift das Anwenderprogramm während der Programmbearbeitung beim Ansprechen der Operandenbereiche Eingänge (E) und Ausgänge (A) nicht direkt auf die Signalbaugruppen zu, sondern auf den internen Speicherbereich der CPU, in dem sich das Prozessabbild befindet.

Beispiel 2:

Eine Inkonsistenz kann entstehen, wenn ein Kommunikations–Baustein, z.B. SFB 14 "GET", SFB 15 "PUT" durch einen Prozessalarm–OB mit höherer Priorität unterbrochen wird. Verändert das Anwenderprogramm in diesem Prozessalarm–OB jetzt die Daten, die teilweise bereits vom Kommunikations–Baustein verarbeitet wurden, so stammen die übertragenen Daten zum einen Teil aus der Zeit vor der Prozessalarm–Bearbeitung und zum anderen Teil aus der Zeit nach der Prozessalarm–Bearbeitung.

Das bedeutet, dass diese Daten inkonsistent also nicht zusammengehörig sind.

Die SFC 81 "UBLKMOV"

Mit der SFC 81 "UBLKMOV" kopieren Sie den Inhalt eines Speicherbereichs, des Quellbereichs konsistent in einen anderen Speicherbereich, den Zielbereich. Der Kopiervorgang kann nicht durch andere Tätigkeiten des Betriebssystems unterbrochen werden.

Mit der SFC 81 "UBLKMOV" können Sie die folgenden Speicherbereiche kopieren:

- Merker
- DB–Inhalte
- Prozessabbild der Eingänge
- Prozessabbild der Ausgänge

Die maximale Datenmenge, die Sie kopieren können, beträgt 512 Byte. Beachten Sie die CPU–spezifischen Einschränkungen, die Sie der Operationsliste entnehmen können.

Da der Kopiervorgang nicht unterbrochen werden kann, kann sich die Alarmreaktionszeit Ihrer CPU bei Einsatz der SFC 81 "UBLKMOV" erhöhen.

Quell– und Zielbereich dürfen sich nicht überlappen. Ist der angegebene Zielbereich größer als der Quellbereich, dann werden auch nur so viele Daten in den Zielbereich kopiert, wie im Quellbereich stehen. Ist der angegebene Zielbereich kleiner als der Quellbereich, dann werden nur so viele Daten kopiert, wie der Zielbereich aufnehmen kann.

7.2.1 Konsistenz bei den Kommunikationsbausteinen und Funktionen

Bei der S7–400 werden Kommunikationsaufträge nicht im Zykluskontrollpunkt, sondern in festen Zeitscheiben während des Programmzyklusses bearbeitet.

Systemseitig können immer die Datenformate Byte, Wort und Doppelwort in sich konsistent bearbeitet werden, d.h. die Übertragung bzw. Verarbeitung von 1 Byte, 1 Wort = 2 Byte oder 1 Doppelwort = 4 Byte kann nicht unterbrochen werden.

Werden im Anwenderprogramm Kommunikationsbausteine aufgerufen, die nur paarweise eingesetzt werden, z.B. SFB 12 "BSEND" und SFB 13 "BRCV", und welche auf gemeinsame Daten zugreifen, so kann der Zugriff auf diesen Datenbereich z.B. über den Parameter "DONE" selbst koordiniert werden. Die Konsistenz der Daten, welche lokal mit diesen Kommunikationsbausteinen übertragen werden, kann deshalb im Anwenderprogramm sichergestellt werden.

Anders verhält es sich bei S7–Kommunikationsfunktionen, bei denen im Zielgerät kein Baustein im Anwenderprogramm erforderlich ist, z.B. SFB 14 "GET", SFB 15 "PUT". Hier müssen Sie bereits bei der Programmierung die Größe der konsistenten Daten berücksichtigen.

7.2.2 Zugriff auf den Arbeitsspeicher der CPU

Die Kommunikationsfunktionen des Betriebssystems greifen in Blöcken fester Größe auf den Arbeitsspeicher der CPU zu. Die Blockgröße ist CPU–spezifisch; sie beträgt für die S7–400 CPUs eine Variable bis zu 472 Byte.

Dadurch wird gewährleistet, daß sich die Alarmreaktionszeit beim Einsatz von Kommunikationsfunktionen nicht verlängert. Da dieser Zugriff asynchron zum Anwenderprogramm erfolgt, können Sie bei der Datenübertragung nicht beliebig viele Bytes konsistent übertragen.

Welche Regeln Sie einhalten müssen, um Datenkonsistenz zu garantieren, wird im Folgenden erläutert.

7.2.3 Konsistenzregeln für SFB 14 "GET" bzw. Variable lesen und SFB 15 "PUT" bzw. Variable schreiben

SFB 14

Die Daten werden konsistent empfangen, wenn Sie folgendes beachten:

Werten Sie den aktuell benutzten Teil des Empfangsbereichs RD_i vollständig aus, bevor Sie einen erneuten Auftrag aktivieren.

SFB 15

Mit dem Aktivieren eines Sendevorgangs (steigende Flanke an REQ) sind die zu sendenden Daten der Sendebereiche SD_i aus dem Anwenderprogramm kopiert. Sie können diese Bereiche nach dem Bausteinaufruf neu beschreiben, ohne die aktuellen Sendedaten zu verfälschen.

Hinweis

Abschluss des Sendevorgangs

Der gesamte Sendevorgang ist erst dann abgeschlossen, wenn der Zustandsparameter DONE den Wert 1 annimmt.

7.2.4 Daten konsistent von einem DP–Normslave lesen und konsistent auf einen DP–Normslave schreiben

Daten konsistent von einem DP–Normslave lesen mit der SFC 14 "DPRD_DAT"

Mit der SFC 14 "DPRD_DAT", "read consistent data of a DP-normslave" lesen Sie die Daten eines DP–Normslaves konsistent aus.

Falls bei der Datenübertragung kein Fehler auftrat, werden die gelesenen Daten in den durch RECORD aufgespannten Zielbereich eingetragen.

Der Zielbereich muss dieselbe Länge aufweisen, die Sie für die selektierte Baugruppe mit STEP 7 projektiert haben.

Sie können mit einem Aufruf der SFC 14 jeweils nur auf die Daten einer Baugruppe/ DP–Kennung unter der projektierten Anfangsadresse zugreifen.

Daten konsistent auf einen DP–Normslave schreiben mit der SFC 15 "DPWR_DAT"

Mit der SFC 15 "DPWR_DAT", "write consistent data to a DP-normslave" übertragen Sie die Daten in RECORD konsistent zum adressierten DP–Normslave.

Der Quellbereich muss dieselbe Länge aufweisen, die Sie für die selektierte Baugruppe mit STEP 7 projektiert haben.

Obergrenzen für die Übertragung konsistenter Nutzdaten auf einen DP-Slave

Für die Übertragung konsistenter Nutzdaten auf einen DP-Slave werden durch die Profibus DP–Norm Obergrenzen festgelegt.

Deshalb können in einen DP Normslave maximal 64 Worte = 128 Byte Nutzdaten konsistent in einem Block übertragen werden.

Bei der Projektierung legen Sie fest, wie groß der konsistente Bereich ist. Dazu ist im speziellem Kennungsformat (SKF) eine maximale Länge der konsistenten Daten von 64 Worten = 128 Byte einstellbar, 128 Byte für Eingänge und 128 Byte für Ausgänge. Eine größere Länge ist nicht möglich.

Diese Obergrenze gilt nur für reine Nutzdaten. Diagnose– und Parameterdaten werden zusammengefasst zu ganzen Datensätzen und somit grundsätzlich konsistent übertragen.

Im allgemeinen Kennungsformat (AKF) ist eine maximale Länge der konsistenten Daten von 16 Worten = 32 Byte einstellbar, 32 Byte für Eingänge und 32 Byte für Ausgänge. Eine größere Länge ist nicht möglich.

Beachten Sie in diesem Zusammenhang auch, dass eine CPU 41x als DP–Slave im allgemeinen Kontext an einem Fremd–Master (Anbindung über GSD) über das allgemeine Kennungsformat konfigurierbar sein muss. Aus diesem Grund ist der Übergabespeicher einer CPU 41x als DP–Slave zum PROFIBUS DP maximal 16 Worte = 32 Byte groß.

7.2.5 Konsistenter Datenzugriff ohne Einsatz der SFC 14 oder SFC 15

Ein konsistenter Datenzugriff > 4 Bytes ist auch ohne die SFC 14 bzw. SFC 15 möglich. Der Datenbereich eines DP–Slaves, der konsistent übertragen werden soll, wird auf ein Teilprozessabbild übertragen. Die Informationen in diesem Bereich sind dann immer konsistent. Sie können danach über Lade–/Transferbefehle (z.B. L EW 1) auf das Prozessabbild zugreifen. Dies bietet eine besonders komfortable und performante (geringe Laufzeitbelastung) Zugriffsmöglichkeit auf konsistente Daten. Somit ist eine effiziente Einbindung und Parametrierung von z.B. Drives oder anderen DP–Slaves möglich.

Bei einem direkten Zugriff auf einen konsistent projektierten Datenbereich, z.B. L PEW oder T PAW, erfolgt **kein** Peripheriezugriffsfehler.

Wichtig für die Umstellung von der SFC14/15–Lösung auf die Prozessabbild–Lösung:

- Bei der Umstellung von der SFC14/15–Lösung auf die Prozessabbild–Lösung ist die gleichzeitige Nutzung über Systemfunktionen und über das Prozessabbild nicht empfehlenswert. Grundsätzlich wird zwar das Prozessabbild beim Schreiben mit der Systemfunktion SFC15 nachgeführt, aber beim Lesen jedoch nicht. Das heißt, dass die Konsistenz zwischen Prozessabbildwerten und den Werten der Systemfunktion SFC14 nicht gewährleistet ist.
- Die SFC 50 "RD_LGADR" gibt bei der SFC 14/15–Lösung andere Adressbereiche aus als bei der Prozessabbild–Lösung.
- Wenn Sie eine CP 443–5 ext einsetzen führt die gleichzeitige Nutzung über Systemfunktionen und über das Prozessabbild zu folgenden Fehlern: Es ist kein Lesen/Schreiben ins Prozessabbild möglich und/oder es ist kein Lesen/Schreiben durch die SFC 14/15 mehr möglich.

Beispiel:

Das folgende Beispiel für das Teilprozessabbild 3 "TPA 3" zeigt eine mögliche Projektierung in HW–Konfig:

- TPA 3 bei Ausgang: Diese 50 Bytes liegen konsistent im Teilprozessabbild 3 (Klappliste "Konsistent über -> gesamte Länge") und können somit über normale "Ladeeingang xy"–Befehle gelesen werden.
- Die Auswahl in der Klappliste "Teilprozessabbild -> ---" unter Eingang bedeutet: keine Ablage in einem Prozessabbild. Sie müssen mit den Systemfunktionen SFC14/15 arbeiten.

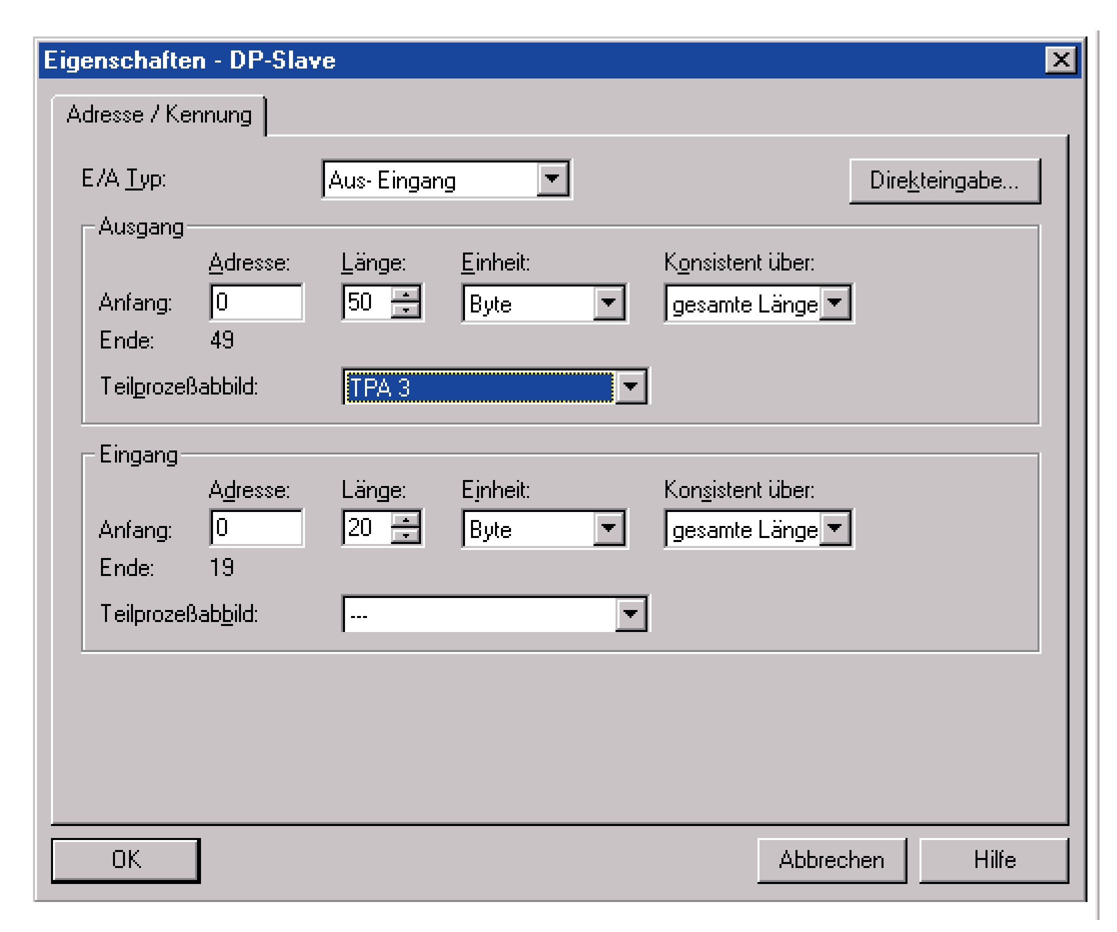


Bild 7-3 Eigenschaften - DP-Slave

System– und Betriebszustände der S7–400H 8

8.1 System– und Betriebszustände der S7–400H

Dieses Kapitel bietet Ihnen eine Einführung in die Thematik des hochverfügbaren Systems S7–400H.

Sie lernen die Grundbegriffe kennen, die bei der Beschreibung der Arbeitsweise hochverfügbarer Systeme zum Einsatz kommen.

Danach erhalten Sie Informationen über die Zustände des H–Systems. Diese sind abhängig von den Betriebszuständen der einzelnen hochverfügbaren CPUs, die im nächsten Abschnitt erklärt werden.

Bei der Beschreibung dieser Betriebszustände konzentriert sich dieser Abschnitt auf das Verhalten, das von dem einer Standard–CPU abweicht. Die Beschreibung des Standardverhaltens einer CPU im entsprechenden Betriebszustand finden Sie im Handbuch *Programmieren mit STEP 7.*

Der letzte Abschnitt macht Angaben zum veränderten Zeitverhalten hochverfügbarer CPUs.

8.2 Einführung

Die S7–400H besteht aus zwei redundant aufgebauten Teilsystemen, die über Lichtwellenleiter synchronisiert werden.

Beide Teilsysteme bilden ein hochverfügbares Automatisierungssystem, das mit einer zweikanaligen (1von2)–Struktur nach dem Prinzip der "aktiven Redundanz" arbeitet.

Was bedeutet aktive Redundanz?

Aktive Redundanz, oft auch funktionsbeteiligte Redundanz genannt, bedeutet, dass alle redundant eingesetzten Mittel ständig in Betrieb sind und gleichzeitig an der Ausführung der Steuerungsaufgabe beteiligt sind.

Für die S7–400H bedeutet dies, dass das Anwenderprogramm in beiden CPUs vollkommen identisch ist und von beiden CPUs gleichzeitig (synchron) bearbeitet wird.

Vereinbarung

Zur Kennzeichnung der beiden Teilsysteme gebrauchen wir in dieser Beschreibung die für zweikanalige H–Systeme historisch geprägten Begriffe "Master" und "Reserve". Die Reserve arbeitet aber stets ereignissynchron mit dem Master und nicht erst im Fehlerfall.

Die Unterscheidung zwischen Master–CPU und Reserve–CPU ist in erster Linie bedeutsam, um reproduzierbare Fehlerreaktionen zu gewährleisten. So schaltet z. B. bei Ausfall der Redundanzkopplung die Reserve–CPU in STOP, während die Master–CPU weiterhin im RUN bleibt.

Master–Reserve–Zuordnung

Beim ersten Einschalten der S7–400H wird die CPU zur Master–CPU, die zuerst hochgelaufen ist; die andere CPU wird zur Reserve–CPU.

Liegt die Master–Reserve–Zuordnung fest, so bleibt diese bei gleichzeitigem NETZEIN erhalten.

Die Master–Reserve–Zuordnung wird geändert durch:

1. Start der Reserve–CPU vor der Master–CPU (Zeitabstand mindestens 3 s)
2. Ausfall oder STOP der Master–CPU im Systemzustand Redundant
3. Im Betriebszustand FEHLERSUCHE wurde kein Fehler gefunden (siehe Kapitel Betriebszustand FEHLERSUCHE (Seite 89))

Synchronisation der Teilsysteme

Master– und Reserve–CPU sind über Lichtwellenleiter gekoppelt. Über diese Kopplung sorgen beide CPUs für eine ereignissynchrone Programmbearbeitung.

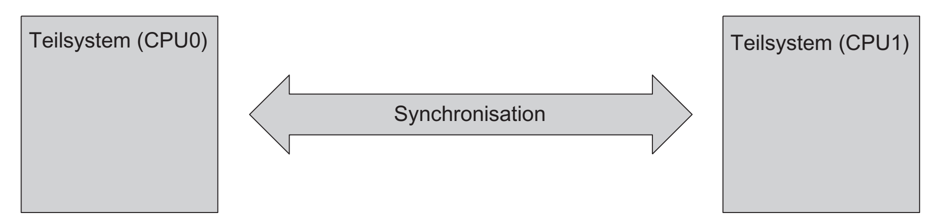


Bild 8-1 Synchronisation der Teilsysteme

Die Synchronisation wird vom Betriebssystem automatisch durchgeführt und hat keine Rückwirkung auf das Anwenderprogramm. Sie erstellen Ihr Programm so, wie Sie es von den Standard–CPUs aus S7–400 gewohnt sind.

Verfahren der ereignisgesteuerten Synchronisation

Für die S7–400H wurde das von Siemens patentierte Verfahren der "ereignisgesteuerten Synchronisation" angewandt. Dieses Verfahren ist praxisbewährt und wurde bereits bei den Steuerungen S5–115H und S5–155H eingesetzt.

Ereignisgesteuerte Synchronisation bedeutet, dass bei allen Ereignissen, die einen unterschiedlichen internen Zustand der Teilsysteme zur Folge haben könnten, ein Datenabgleich zwischen Master und Reserve durchgeführt wird.

Master– und Reserve–CPU werden synchronisiert bei:

- Direktzugriff auf die Peripherie
- Alarmen
- Aktualisierung der Anwenderzeiten, z.B. S7–Timer
- Änderung von Daten durch Kommunikationsfunktionen

Stoßfreie Weiterarbeit auch bei Redundanzverlust einer CPU

Das Verfahren der ereignisgesteuerten Synchronisation stellt auch bei Ausfall der Master–CPU zu jedem Zeitpunkt eine stoßfreie Weiterarbeit durch die Reserve–CPU sicher.

Selbsttest

Störungen oder Fehler müssen möglichst schnell erkannt, lokalisiert und gemeldet werden. Aus diesem Grund sind in S7–400H umfangreiche Selbsttestfunktionen realisiert, die automatisch und vollkommen verdeckt ablaufen.

Dabei werden folgende Komponenten und Funktionen getestet:

- Kopplung der Zentralgeräte
- Prozessor
- Interner Speicher der CPU
- Peripheriebus

Wird durch den Selbsttest ein Fehler erkannt, so versucht das H–System diesen zu beheben oder seine Auswirkungen zu unterdrücken.

Eine genaue Beschreibung des Selbsttests finden Sie in Kapitel Selbsttest (Seite 91).

8.3 Die Systemzustände der S7–400H

Die Systemzustände der S7–400H resultieren aus den Betriebszuständen der beiden CPUs. Der Begriff des Systemzustands wird benutzt, um einen vereinfachten Ausdruck zu erhalten, der die zeitgleich auftretenden Betriebszustände der beiden CPUs kennzeichnet.

Beispiel: Statt "es befindet sich die Master–CPU im RUN und die Reserve–CPU befindet sich im Betriebszustand ANKOPPELN" gebrauchen wir "die S7–400H ist im Systemzustand Ankoppeln".

Überblick der Systemzustände

Die folgende Tabelle zeigt die möglichen Systemzustände der S7–400H.

Tabelle 8- 1 Übersicht der Systemzustände der S7–400H

Systemzustände der S7–400H	Betriebszustände der beiden CPUs	
	Master	Reserve
Stop	STOP	STOP, Spannungslos, DEFEKT
Anlauf	ANLAUF	STOP, Spannungslos, DEFEKT, keine Synchronisation
Solobetrieb	RUN	STOP, FEHLERSUCHE, Spannungslos, DEFEKT, keine Synchronisation
Ankoppeln	RUN	ANLAUF, ANKOPPELN
Aufdaten	RUN	AUFDATEN
Redundant	RUN	RUN
Halt	HALT	STOP, FEHLERSUCHE, Spannungslos, DEFEKT, keine Synchronisation

8.4 Die Betriebszustände der CPUs

Betriebszustände beschreiben das Verhalten der CPUs zu jedem beliebigen Zeitpunkt. Das Wissen über die Betriebszustände der CPUs ist nützlich für die Programmierung des Anlaufs, den Test und die Fehlerdiagnose.

Betriebszustände vom NETZEIN bis zum Systemzustand Redundant

Generell sind beide CPUs gleichberechtigt, so dass jede CPU entweder Master– oder Reserve–CPU sein kann. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit setzt die Abbildung voraus, dass die Master–CPU (CPU 0) vor der Reserve–CPU (CPU 1) eingeschaltet wird.

Nachfolgendes Bild betrachtet die Betriebszustände der beiden CPUs vom NETZEIN bis zum Systemzustand Redundant. Nicht aufgeführt sind die Betriebszustände HALT Betriebszustand HALT (Seite 89) und FEHLERSUCHE Betriebszustand FEHLERSUCHE (Seite 89) , die eine Sonderstellung einnehmen.

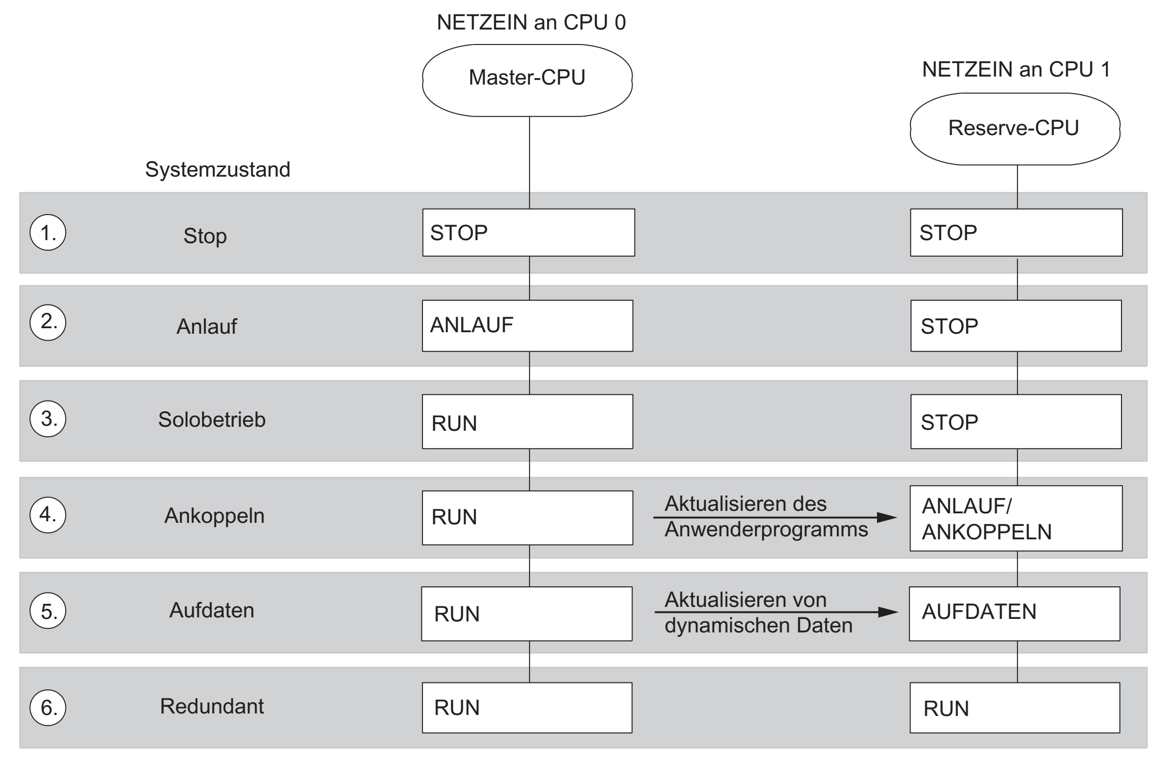


Bild 8-2 System– und Betriebszustände des H–Systems

Erläuterungen zum Bild

Punkt	Beschreibung
1.	Nach dem Einschalten der Versorgungsspannung befinden sich die beiden CPUs (CPU 0 und CPU 1) im Betriebszustand STOP.
2.	Die CPU 0 geht in den Betriebszustand ANLAUF und bearbeitet entsprechend der Anlaufart den OB 100 bzw. OB 102, siehe auch Betriebszustand ANLAUF (Seite 87).

Punkt	Beschreibung
3.	Ist der Anlauf erfolgreich, dann wechselt die Master–CPU (CPU 0) in den Solobetrieb. Die Master–CPU bearbeitet das Anwenderprogramm allein. Beim Übergang in den Systemzustand ANKOPPELN darf kein Baustein mit der Option "Beobachten" geöffnet sein und keine Variablentabelle aktiv sein.
4.	Fordert die Reserve–CPU (CPU 1) das ANKOPPELN an, vergleichen Master– und Reserve–CPU ihre Anwenderprogramme. Werden Unterschiede festgestellt, aktualisiert die Master–CPU das Anwenderprogramm der Reserve–CPU, siehe auch Betriebszustände ANKOPPELN und AUFDATEN (Seite 87).
5.	Nach erfolgreichem Ankoppeln beginnt das Aufdaten, siehe Kapitel Ablauf des Aufdatens (Seite 103). Dabei aktualisiert die Master–CPU die dynamische Daten der Reserve–CPU Dynamische Daten sind Eingänge, Ausgänge, Zeiten, Zähler, Merker und Datenbausteine. Nach dem Aufdaten besitzen beide CPUs identische Speicherinhalte, siehe auch Betriebszustände ANKOPPELN und AUFDATEN (Seite 87).
6.	Nach dem Aufdaten befinden sich Master– und Reserve–CPU im RUN. Beide CPUs bearbeiten synchron das Anwenderprogramm. Ausnahme: Bei Master/Reserve–Umschaltung für Konfigurations–/Programmänderungen. Der Systemzustand Redundant ist nur möglich, wenn beide CPUs den gleichen Ausgabestand und die gleiche Firmware–Version haben.

8.4.1 Betriebszustand STOP

Bis auf die unten beschriebenen Ergänzungen verhalten sich die CPUs der S7–400H im Betriebszustand STOP genauso wie die S7–400–Standard–CPUs.

Wenn sich beide CPUs im Betriebszustand STOP befinden und Sie eine Konfiguration in eine CPU laden, müssen Sie auf folgendes achten:

- Die CPU, in die Sie die Konfiguration geladen haben, muss zuerst gestartet werden damit sie Master–CPU wird.
- Wird der Systemstart vom PG angefordert wird die CPU zuerst gestartet, zu der die aktive Verbindung steht, unabhängig vom Zustand Master oder Reserve

ACHTUNG
Ein Systemstart kann zu einer Master–Reserve–Umschaltung führen.

Urlöschen

Das Urlöschen wirkt sich immer nur auf die CPU aus, auf die diese Funktion angewandt wird. Wenn Sie beide CPUs urlöschen wollen, müssen Sie zuerst die eine, dann die andere urlöschen.

8.4.2 Betriebszustand ANLAUF

Bis auf die unten beschriebenen Ergänzungen verhalten sich die CPUs der S7–400H im Betriebszustand ANLAUF genauso wie S7–400–Standard–CPUs.

Anlaufarten

Die H–CPUs unterscheiden zwischen den Anlaufarten Kaltstart und Neustart (Warmstart).

Der Wiederanlauf wird durch die H–CPUs nicht unterstützt.

Anlaufbearbeitung durch die Master–CPU

Der Systemzustand Anlauf einer S7–400H wird ausschließlich von der Master–CPU bearbeitet.

Im ANLAUF vergleicht die Master–CPU den vorhandenen Peripherieausbau mit der Hardware–Konfiguration, die Sie mit STEP 7 erstellt haben. Bei Differenz reagiert die Master–CPU wie eine S7–400–Standard–CPU.

Die Master–CPU prüft und parametriert folgendes:

- die geschaltete Peripherie
- die ihr zugeordnete einseitige Peripherie

Anlauf der Reserve–CPU

Beim Anlauf der Reserve–CPU wird kein OB 100 oder OB 102 aufgerufen.

Die Reserve–CPU prüft und parametriert folgendes:

- die ihr zugeordnete einseitige Peripherie

Weitere Informationen

Ausführliche Informationen zum Betriebszustand ANLAUF finden Sie im Handbuch *Programmieren mit STEP 7*.

8.4.3 Betriebszustände ANKOPPELN und AUFDATEN

Bevor das H–System den Systemzustand Redundant annimmt, überprüft und aktualisiert die Master–CPU den Speicherinhalt der Reserve–CPU. Dies geschieht in zwei Phasen, die nacheinander ablaufen und Ankoppeln und Aufdaten genannt werden.

Während des Ankoppelns und Aufdatens befindet sich die Master–CPU stets im RUN und die Reserve–CPU im Betriebszustand ANKOPPELN bzw. AUFDATEN.

Neben dem Ankoppeln und Aufdaten, um den Systemzustand Redundant zu erreichen gibt es auch das Ankoppeln und Aufdaten mit Master/Reserve–Umschaltung.

Ausführliche Informationen zum Ankoppeln und Aufdaten finden Sie im Kapitel Ankoppeln und Aufdaten (Seite 95).

8.4.4 Betriebszustand RUN

Bis auf die unten beschriebenen Ergänzungen verhalten sich die CPUs der S7–400H im Betriebszustand RUN genauso wie S7–400–Standard–CPUs.

In folgenden Systemzuständen wird das Anwenderprogramm mindestens von einer CPU bearbeitet:

- Solobetrieb
- Ankoppeln, Aufdaten
- Redundant

Solobetrieb, Ankoppeln, Aufdaten

In den obengenannten Systemzuständen befindet sich die Master–CPU im RUN und bearbeitet das Anwenderprogramm allein.

Systemzustand Redundant

Im Systemzustand Redundant befinden sich Master–CPU und Reserve–CPU im RUN. Beide CPUs arbeiten das Anwenderprogramm synchron ab und überprüfen sich gegenseitig.

Im Systemzustand Redundant ist ein Testen des Anwenderprogramms mit Haltepunkten nicht möglich.

Der Systemzustand Redundant ist nur möglich, wenn beide CPUs den gleichen Ausgabestand und die gleiche Firmware–Version haben. Er wird bei den in nachfolgender Tabelle aufgeführten Fehlerursachen verlassen.

Tabelle 8- 2 Fehlerursachen, die zum Verlassen des Systemzustands Redundant führen

Fehlerursache	Reaktion
Ausfall einer CPU	Ausfall und Tausch einer CPU (Seite 191)
Ausfall der Redundanzkopplung (Synchronisationsmodul oder Lichtwellenleiter)	Ausfall und Tausch von Synchronisationsmodul oder Lichtwellenleiter (Seite 197)
Fehler beim Vergleich des RAM (Vergleichsfehler)	Betriebszustand FEHLERSUCHE (Seite 89)

Redundant eingesetzte Baugruppen

Im Systemzustand Redundant gilt die folgende Regel:

Redundant eingesetzte Baugruppen (z. B. DP–Slaveanschaltung IM 153–2) müssen paarweise identisch sein, d. h. jeweils die beiden zueinander redundanten Baugruppen müssen dieselbe Bestellnummer und denselben Erzeugnis–Stand bzw. Firmware–Stand aufweisen.

8.4.5 Betriebszustand HALT

Bis auf die unten beschriebenen Ergänzungen verhält sich die S7–400H im Betriebszustand HALT genauso wie eine S7–400–Standard–CPU.

Der Betriebszustand HALT nimmt eine Sonderstellung ein. Er wird nur zu Testzwecken eingenommen.

Wann ist der Betriebszustand HALT möglich?

Der Betriebszustand HALT ist nur erreichbar vom Betriebszustand ANLAUF und vom Betriebszustand RUN des Solobetriebs.

Eigenschaften

- Solange von der H–CPU der Betriebszustand HALT eingenommen wird, ist ein Ankoppeln und Aufdaten nicht möglich; die Reserve–CPU bleibt mit Diagnosemeldung in STOP.
- Befindet sich das H–System im Systemzustand Redundant, können keine Haltepunkte gesetzt werden.

8.4.6 Betriebszustand FEHLERSUCHE

Den Betriebszustand FEHLERSUCHE kann nur vom Systemzustand Redundant aus erreicht werden. Während der Fehlersuche wird der Systemzustand Redundant verlassen, die andere CPU wird ggf. Master und arbeitet im Solobetrieb weiter.

Hinweis

Geht während der Fehlersuche die Master-CPU in STOP, läuft die Fehlersuche auf der Reserve-CPU weiter. Nach Abschluss der Fehlersuche läuft die Reserve-CPU jedoch nicht mehr an.

Während des Selbsttests werden Master– und Reserve–CPU verglichen. Deckt der Test einen Unterschied auf, so wird ein Fehler gemeldet. Mögliche Fehler sind Hardware–Fehler, Quersummenfehler und RAM/PAA–Vergleichsfehler.

Durch folgende Ereignisse wird der Betriebszustand FEHLERSUCHE ausgelöst:

1. Tritt im redundanten Betrieb ein einseitiger Aufruf des OB 121 auf (an nur einer CPU), so wird ein Hardware–Fehler angenommen und diese CPU geht in den Betriebszustand FEHLERSUCHE. Die andere CPU wird ggf. Master und arbeitet im Solobetrieb weiter.
2. Tritt im redundanten Betrieb an nur einer CPU ein Quersummenfehler auf, geht diese CPU in den Betriebszustand FEHLERSUCHE. Die andere CPU wird ggf. Master und arbeitet im Solobetrieb weiter.
3. Tritt im redundanten Betrieb ein RAM/PAA–Vergleichsfehler auf, geht die Reserve–CPU in den Betriebszustand FEHLERSUCHE (Default–Reaktion), die Master–CPU arbeitet im Solobetrieb weiter.

   Die Reaktion auf einen RAM/PAA–Vergleichsfehler kann durch Projektierung geändert werden (z. B. Reserve–CPU geht in STOP).

4. Tritt im redundanten Betrieb an einer CPU ein Mehrbitfehler auf, geht diese CPU in den Betriebszustand FEHLERSUCHE. Die andere CPU wird ggf. Master und arbeitet im Solobetrieb weiter.

   Aber: Tritt im redundanten Betrieb an einer CPU ein Einbitfehler auf, so wird der OB 84 aufgerufen. Die CPU geht nicht in den Betriebszustand FEHLERSUCHE.
5. Tritt im redundanten Betrieb ein Synchronisationsverlust auf, geht die Reserve- CPU in den Betriebszustand FEHLERSUCHE. Die andere CPU bleibt Master und arbeitet im Solobetrieb weiter.

Aufgabe des Betriebszustands FEHLERSUCHE ist es, eine fehlerhafte CPU zu lokalisieren. Dabei bearbeitet die Reserve–CPU den kompletten Selbsttest; die Master–CPU bleibt im RUN.

Wird ein Hardware–Fehler erkannt, so geht die CPU in den Betriebszustand DEFEKT. Falls kein Fehler festgestellt wird, koppelt die CPU wieder an. Das H–System geht wieder in den Systemzustand Redundant. Anschließend erfolgt eine automatische Master–Reserve–Umschaltung. Damit wird erreicht, dass beim nächsten erkannten Fehler im Fehlersuchbetrieb die Hardware der bisherigen Master–CPU getestet wird.

Mit der CPU, die im Betriebszustand FEHLERSUCHE ist, ist keine Kommunikation möglich, z. B. über PG–Zugriffe. Der Betriebszustand FEHLERSUCHE wird über die LEDs RUN und STOP angezeigt, siehe Kapitel Zustands– und Fehleranzeigen (Seite 44).

Weitere Informationen zum Selbsttest finden Sie im Kapitel Selbsttest (Seite 91)

8.5 Selbsttest

Bearbeitung des Selbsttests

Nach ungepuffertem NETZEIN, z. B. NETZEIN nach erstmaligem Stecken der CPU oder NETZEIN ohne Pufferbatterie, und im Betriebszustand FEHLERSUCHE bearbeitet die CPU das komplette Selbsttestprogramm.

Die Dauer des Selbsttests beträgt mindestens 10 Minuten und erhöht sich mit der Größe des eingesetzten Ladespeichers, d. h. mit der Größe der gesteckten RAM Memory-Card.

Fordert in einem H–System die CPU Urlöschen an und anschließend wird ein gepuffertes Netz–Aus durchgeführt, macht die CPU einen Selbsttest, obwohl sie gepuffert war. Urlöschen wird angefordert zum Beispiel, wenn Sie die Memory?Card ziehen.

Im RUN teilt das Betriebssystem den Selbsttest in kleine Programmabschnitte, so genannte Testscheiben auf, die über eine Vielzahl von Zyklen nacheinander bearbeitet werden. Der zyklische Selbsttest ist so organisiert, dass er innerhalb einer bestimmten Zeit einmal komplett durchlaufen wird. Diese Zeitspanne beträgt standardmäßig 90 Minuten und kann durch Projektierung geändert werden.

Reaktion auf Fehler während des Selbsttests

Wird durch den Selbsttest ein Fehler erkannt, so geschieht Folgendes:

Tabelle 8- 3 Reaktion auf Fehler während des Selbsttests

Art des Fehlers	Reaktion des Systems
Hardware–Fehler ohne einseitigen OB 121–Aufruf	Fehlerhafte CPU geht in den Betriebszustand DEFEKT. H–System geht in den Solobetrieb. Fehlerursache wird in den Diagnosepuffer eingetragen.
Hardware–Fehler mit einseitigem OB 121–Aufruf	CPU mit einseitigem OB 121 geht in FEHLERSUCHE. H–System geht in den Solobetrieb (s. u.).
RAM/PAA–Vergleichsfehler	Fehlerursache wird in den Diagnosepuffer eingetragen. Der projektierte System– oder Betriebszustand wird eingenommen (s. u.).
Quersummenfehler	Reaktion hängt davon ab, in welcher Situation der Fehler erkannt wird (s. u.).
Mehrbitfehler	Fehlerhafte CPU geht in den Betriebszustand FEHLERSUCHE.

Hardware–Fehler mit einseitigem OB 121–Aufruf

Tritt ein Hardware–Fehler mit einseitigem OB 121–Aufruf zum ersten Mal seit dem letzten ungepufferten NETZEIN auf, so geht die fehlerhafte CPU in den Betriebszustand FEHLERSUCHE. Das H–System geht in den Solobetrieb. Die Fehlerursache wird in den Diagnosepuffer eingetragen.

RAM/PAA–Vergleichsfehler

Deckt der Selbsttest einen RAM/PAA–Vergleichsfehler auf, dann verlässt das H–System den Betriebszustand Redundant und die Reserve–CPU geht in den Betriebszustand FEHLERSUCHE (bei Default–Projektierung). Die Fehlerursache wird in den Diagnosepuffer eingetragen.

Die Reaktion auf einen wiederkehrenden RAM/PAA–Vergleichsfehler ist davon abhängig, ob nach der Fehlersuche der Fehler im folgenden Selbsttestzyklus oder erst später auftritt.

Tabelle 8- 4 Reaktion auf wiederkehrenden Vergleichsfehler

Vergleichsfehler tritt wieder auf ...	Reaktion
im ersten Selbsttestzyklus nach der Fehlersuche	Reserve–CPU geht in FEHLERSUCHE und anschließend in STOP. H–System geht in den Solobetrieb.
nach zwei oder mehreren Selbsttestzyklen nach der Fehlersuche	Reserve–CPU geht in FEHLERSUCHE. H–System geht in den Solobetrieb.

Quersummenfehler

Tritt ein Quersummenfehler zum ersten Mal seit dem letzten ungepufferten NETZEIN auf, so zeigt das System folgende Reaktion:

Tabelle 8- 5 Reaktion auf Quersummenfehler

Zeitpunkt des Erkennens	Reaktion des Systems
Im Hochlauftest nach NETZEIN	Fehlerhafte CPU geht in den Betriebszustand DEFEKT. H–System geht in den Solobetrieb.
Im zyklischen Selbsttest (STOP oder Solobetrieb)	Fehler wird korrigiert. CPU bleibt im Betriebszustand STOP oder im Solobetrieb.
Im zyklischen Selbsttest (Systemzustand Redundant)	Fehler wird korrigiert. Fehlerhafte CPU geht in den Betriebszustand FEHLERSUCHE. H–System geht in den Solobetrieb.
Im Betriebszustand FEHLERSUCHE	Fehlerhafte CPU geht in den Betriebszustand DEFEKT.
Einbitfehler	Nach Erkennen und Beseitigen des Fehlers ruft die CPU den OB 84 auf.

Die Fehlerursache wird in den Diagnosepuffer eingetragen.

In einem F–System wird dem F–Programm bereits beim ersten Auftreten eines Quersummenfehlers im STOP oder im Solobetrieb signalisiert, dass der Selbsttest einen Fehler erkannt hat. Die Reaktion des F–Programmes darauf ist im Handbuch *Automatisierungssysteme S7–400F und S7–400FH* beschrieben.

Hardware–Fehler mit einseitigem OB 121–Aufruf, Quersummenfehler, 2. Auftreten

Bei Hardware–Fehlern mit einseitigem OB 121–Aufruf und bei Quersummenfehlern verhält sich eine CPU 41x–4H beim zweiten Auftreten so, wie in nachfolgender Tabelle für die verschiedenen Betriebsarten einer CPU 41x–4H dargestellt.

Tabelle 8- 6 Hardware–Fehler mit einseitigem OB 121–Aufruf, Quersummenfehler, 2. Auftreten

Fehler	CPU im Solobetrieb	CPU im Einzelbetrieb	CPU im Redundanzbetrieb
HW–Fehler mit einseitigem OB 121–Aufruf	OB 121 wird ausgeführt	OB 121 wird ausgeführt	Die fehlerhafte CPU geht in den Betriebszustand FEHLERSUCHE. Das H–System geht in den Solobetrieb.
Quersummen-fehler	Treten zwei Fehler innerhalb zweier aufeinander folgender Testzyklen auf, geht die CPU in den Zustand DEFEKT. (Die Länge des Testzyklus projektieren Sie in HW–Config)	Treten zwei Fehler innerhalb zweier aufeinander folgender Testzyklen auf, geht die CPU in den Zustand DEFEKT. (Die Länge des Testzyklus projektieren Sie in HW–Config)	Tritt ein zweiter Fehler noch innerhalb des Fehlersuchbetriebes auf, der vom ersten Fehler ausgelöst wurde, geht die CPU in den Zustand DEFEKT

Tritt ein zweiter Quersummenfehler im Solobetrieb bzw. Einzelbetrieb nach Ablauf der doppelten Testzykluszeit auf, reagiert die CPU wie beim ersten Auftreten des Fehlers. Tritt ein zweiter Fehler (Hardware–Fehler mit einseitigem OB 121–Aufruf, Quersummenfehler) im Redundanzbetrieb nach Ablauf des Fehlersuchbetriebs auf, reagiert die CPU wie beim ersten Auftreten des Fehlers.

Mehrbitfehler

Wird im redundanten Betrieb eines H–Systems ein Mehrbitfehler erkannt, geht die CPU in den Betriebszustand FEHLERSUCHE. Nach dem Fehlersuchbetrieb kann sich die CPU wieder Ankoppeln und Aufdaten, und redundant weiterarbeiten. Beim Übergang in den Fehlersuchbetrieb wird im Diagnose–Puffer die Adresse der Fehler gemeldet.

Einbitfehler

Nach Erkennen und Beseitigen des Fehlers ruft die CPU den OB 84 auf.

Beeinflussung des zyklischen Selbsttests

Mit der SFC 90 "H_CTRL" können Sie den Umfang und die Abarbeitung des zyklischen Selbsttest beeinflussen. Beispielsweise können Sie einzelne Testkomponenten aus dem Gesamtumfang herausnehmen und wieder aufnehmen. Außerdem können bestimmte Testkomponenten explizit aufgerufen und zur Abarbeitung gestartet werden.

Ausführliche Informationen zu der SFC 90 "H_CTRL" finden Sie im Handbuch *Systemsoftware für S7–300/400, System– und Standardfunktionen*.

ACHTUNG
Bei einem fehlersicheren System dürfen die zyklischen Selbsttests nicht gesperrt und anschließend wieder freigegeben werden. Genaueres siehe im Handbuch *Automatisierungssysteme S7–400F und S7–400FH*.

8.6 Zeitverhalten

Laufzeiten der Befehle

Die Laufzeiten der STEP 7–Befehle finden Sie in der Operationsliste zu den S7–400H CPUs.

Bearbeitung von Peripheriedirektzugriffen

Beachten Sie bitte, dass jeder Peripheriezugriff eine Synchronisation der beiden Teilgeräte erfordert und somit die Zykluszeit verlängert.

Vermeiden Sie deshalb in Ihrem Anwenderprogramm Peripheriedirektzugriffe und benutzen Sie stattdessen den Zugriff über Prozessabbilder (bzw. Teilprozessabbildern z.B. bei Weckalarmen). Dies bewirkt eine höhere Performance, da bei Prozessabbildern stets ein ganzer Satz von Werten auf einmal synchronisiert werden kann.

Reaktionszeit

Ausführliche Informationen zur Berechnung der Reaktionszeiten finden Sie im Kapitel Zyklus– und Reaktionszeiten der S7–400 (Seite 269).

Beachten Sie, dass das Aufdaten der Reserve–CPU die Alarmreaktionszeit verlängert.

Die Alarmreaktionszeit ist abhängig von der Prioritätsklasse, da beim Aufdaten eine abgestufte Verzögerung der Alarme vorgenommen wird.

8.7 Auswerten von Prozessalarmen im System S7–400H

Beim Einsatz einer prozessalarmbildenden Baugruppe im System S7–400H ist es möglich, dass die im Prozessalarm–OB über Direktzugriff lesbaren Prozesswerte nicht den Prozesswerten zum Zeitpunkt des Alarms entsprechen. Werten Sie stattdessen die temporären Variablen (Startinformation) im Prozessalarm–OB aus.

Bei Einsatz der prozessalarmbildenden Baugruppe SM 321–7BH00 ist es daher nicht sinnvoll, über ein und denselben Eingang auf steigende und fallende Flanke unterschiedlich zu reagieren, weil ein Direktzugriff auf die Peripherie erforderlich wäre. Wenn Sie in Ihrem Anwenderprogramm auf beide Flankenwechsel unterschiedlich reagieren wollen, dann legen Sie das Signal auf zwei Eingänge aus unterschiedlichen Kanalgruppen und parametrieren Sie einen Eingang auf steigende und den anderen Eingang auf fallende Flanke.

9 Ankoppeln und Aufdaten

9.1 Auswirkungen beim Ankoppeln und Aufdaten

Das Ankoppeln und das Aufdaten wird Ihnen über die REDF–LED an beiden CPUs angezeigt. Beim Ankoppeln blinken diese LEDs mit der Frequenz 0,5 Hz, beim Aufdaten mit der Frequenz 2 Hz.

Beim Ankoppeln und Aufdaten ergeben sich unterschiedliche Rückwirkungen auf die Bearbeitung des Anwenderprogramms und der Kommunikationsfunktionen.

Tabelle 9- 1 Eigenschaften von Ankoppeln und Aufdaten

Vorgang	Ankoppeln	Aufdaten
Bearbeitung des Anwenderprogramms	Alle Prioritätsklassen (OBs) werden bearbeitet.	Die Bearbeitung der Prioritätsklassen wird abschnittweise verzögert. Alle Anforderungen werden nach dem Aufdaten nachgeholt. Die Details können Sie den nachfolgenden Abschnitten entnehmen.
Löschen, laden, erzeugen, komprimieren von Bausteinen	Bausteine können nicht gelöscht, geladen, erzeugt oder komprimiert werden. Sind solche Aktionen gerade in Bearbeitung, ist kein Ankoppeln und Aufdaten möglich.	Bausteine können nicht gelöscht, geladen, erzeugt oder komprimiert werden.
Bearbeitung von Kommunikationsfunktionen, PG–Bedienung	Kommunikationsfunktionen werden bearbeitet.	Die Bearbeitung der Funktionen wird abschnittweise eingeschränkt und verzögert. Alle verzögerten Funktionen werden nach dem Aufdaten nachgeholt. Die Details können Sie den nachfolgenden Kapiteln entnehmen.
CPU–Selbsttest	wird nicht durchgeführt	wird nicht durchgeführt
Test– und Inbetriebnahmefunktionen, wie z. B. "Variable beobachten und steuern", "Beobachten (ein/aus)"	Es sind keine Test– und Inbetriebnahmefunktionen möglich. Sind solche Aktionen gerade in Bearbeitung, ist kein Ankoppeln und Aufdaten möglich.	Es sind keine Test– und Inbetriebnahmefunktionen möglich.

Vorgang	Ankoppeln	Aufdaten
Behandlung der Verbindungen auf der Master–CPU	Alle Verbindungen bleiben bestehen; es können keine neuen Verbindungen aufgebaut werden.	Alle Verbindungen bleiben bestehen; es können keine neuen Verbindungen aufgebaut werden. Abgebrochene Verbindungen werden erst nach dem Aufdaten wieder aufgebaut
Behandlung der Verbindungen auf der Reserve–CPU	Alle Verbindungen werden abgebrochen; es können keine neuen Verbindungen aufgebaut werden.	Alle Verbindungen sind bereits abgebrochen. Der Abbruch erfolgte beim Ankoppeln.

9.2 Bedingungen für Ankoppeln und Aufdaten

Mit welchen Befehlen am PG Sie ein Ankoppeln und Aufdaten starten können, hängt von den Bedingungen ab, die auf Master– und Reserve–CPU vorherschen. Nachfolgende Tabelle zeigt den Zusammenhang zwischen diesen Bedingungen und den möglichen PG–Kommandos zum Ankoppeln und Aufdaten.

Tabelle 9- 2 Bedingungen für Ankoppeln und Aufdaten

Ankoppeln und Aufdaten als PG–Kommando:	Größe und Typ des Lade–speichers in Master– und Reserve–CPU	FW–Version in Master– und Reserve–CPU	Verfügbare Sync–Kopplungen	Hardware–Ausgabestand in Master– und Reserve–CPU
Neustart der Reserve	sind gleich	sind gleich	2	sind gleich
Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration	RAM und EPROM gemischt	sind gleich	2	sind gleich
Umschalten auf CPU mit erweitertem Speicherausbau	Ladespeicher der Reserve ist größer als der Ladespeicher des Masters	sind gleich	2	sind gleich
Umschalten auf CPU mit geändertem Betriebssystem	sind gleich	sind verschieden	2	sind gleich
CPUs mit geändertem Hardware-Ausgabestand	sind gleich	sind gleich	2	sind verschieden
Nur eine Synchronisations-kopplung über nur eine intakte Redundanz-kopplung ist verfügbar	sind gleich	sind gleich	1	sind gleich

9.3 Ablauf des Ankoppelns und Aufdatens

Es gibt zwei Arten des Ankoppelns und Aufdatens:

- Beim "normalen" Ankoppeln und Aufdaten soll das H–System vom Solobetrieb in den Systemzustand Redundant gebracht werden. Beide CPUs bearbeiten danach synchron das gleiche Programm.
- Beim Ankoppeln und Aufdaten mit Master/Reserve–Umschaltung kann die zweite CPU mit geänderten Komponenten die Prozess–Steuerung übernehmen. Es kann entweder die Hardware–Konfiguration oder der Speicherausbau oder das Betriebssystem geändert sein.

  Um wieder den Systemzustand Redundant zu erreichen, muss anschließend wieder ein "normales" Ankoppeln und Aufdaten durchgeführt werden.

Wie starten Sie das Ankoppeln und Aufdaten?

Ausgangssituation: Solobetrieb, d. h. nur eine der über Lichtwellenleiter verbundenen CPUs eines H–Systems befindet sich im Betriebszustand RUN.

Das Ankoppeln und Aufdaten zum Erreichen des Systemzustands Redundant können Sie wie folgt auslösen:

- Wechsel der Stellung des Betriebsartenschalters an der Reserve von STOP nach RUN.
- NETZEIN an der Reserve (Betriebsartenschalter–Stellung RUN), wenn die CPU vor NETZAUS nicht im Betriebszustand STOP war.
- Bedienung am PG/ES.

Das Ankoppeln und Aufdaten mit Master/Reserve–Umschaltung können Sie ausschließlich durch Bedienung am PG/ES starten.

ACHTUNG
Wird das Ankoppeln und Aufdaten auf der Reserve–CPU abgebrochen (z. B. NETZAUS, STOP), kann es wegen inkonsistenter Daten zu einer Urlösch–Anforderung auf dieser CPU kommen. Nach Urlöschen der Reserve ist Ankoppeln und Aufdaten wieder möglich.

Schematischer Ablauf von Ankoppeln und Aufdaten

Die folgende Abbildung skizziert allgemein den Ablauf des Ankoppelns und Aufdatens. Ausgangspunkt ist, dass sich der Master im Solobetrieb befindet. In der Abbildung wurde beispielhaft die CPU 0 als Master–CPU angenommen.

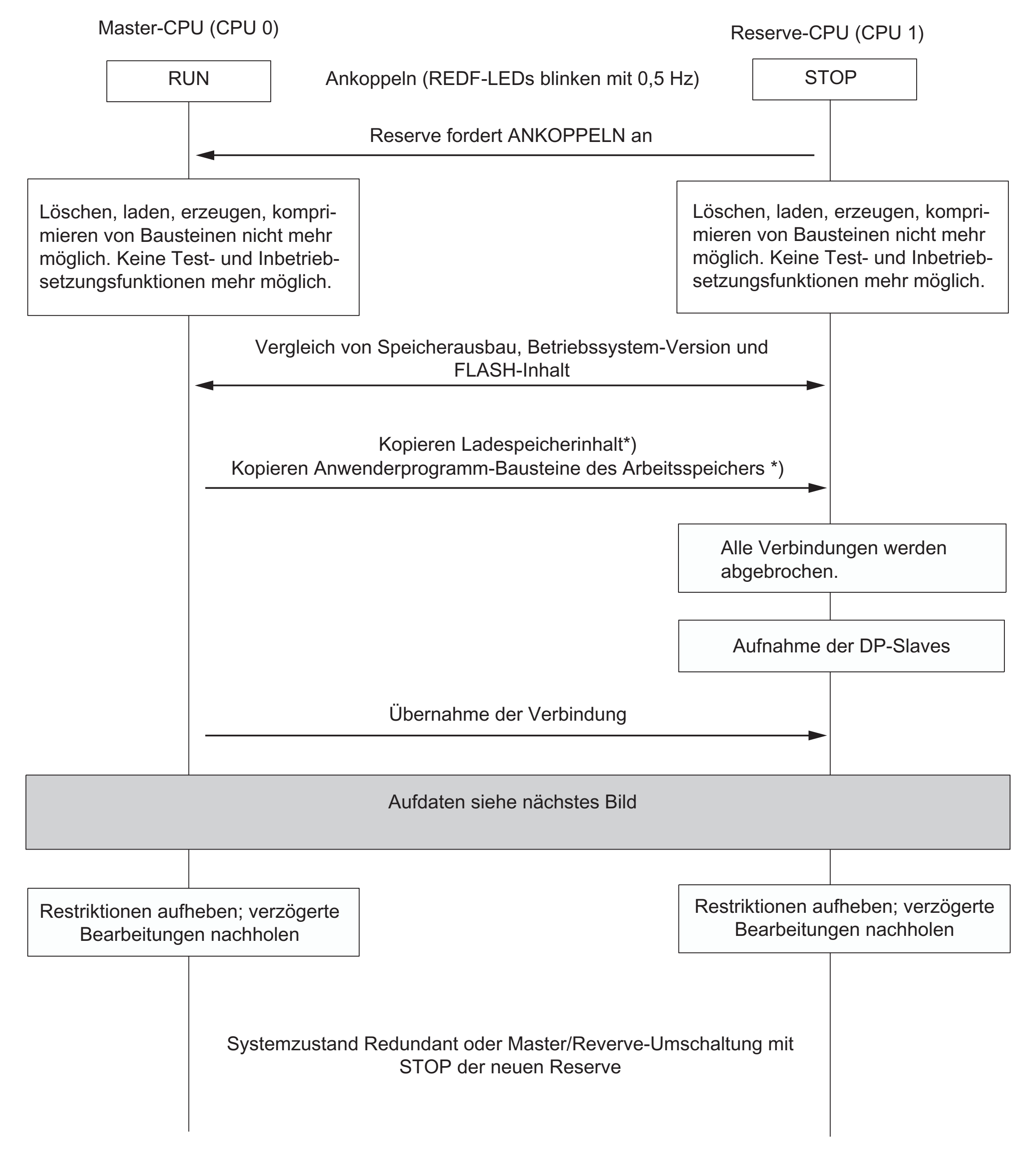


Bild 9-1 Ablauf von Ankoppeln und Aufdaten

*) Bei eingeschalteter Option "Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration" wird kein Ladespeicher-Inhalt kopiert; was aus den Anwenderprogramm-Bausteinen des Arbeitsspeichers (OBs, FCs, FBs, DPs, SDBs) der Master-CPU kopiert wird, entnehmen Sie dem Kapitel Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration oder erweitertem Speicherausbau (Seite 106)

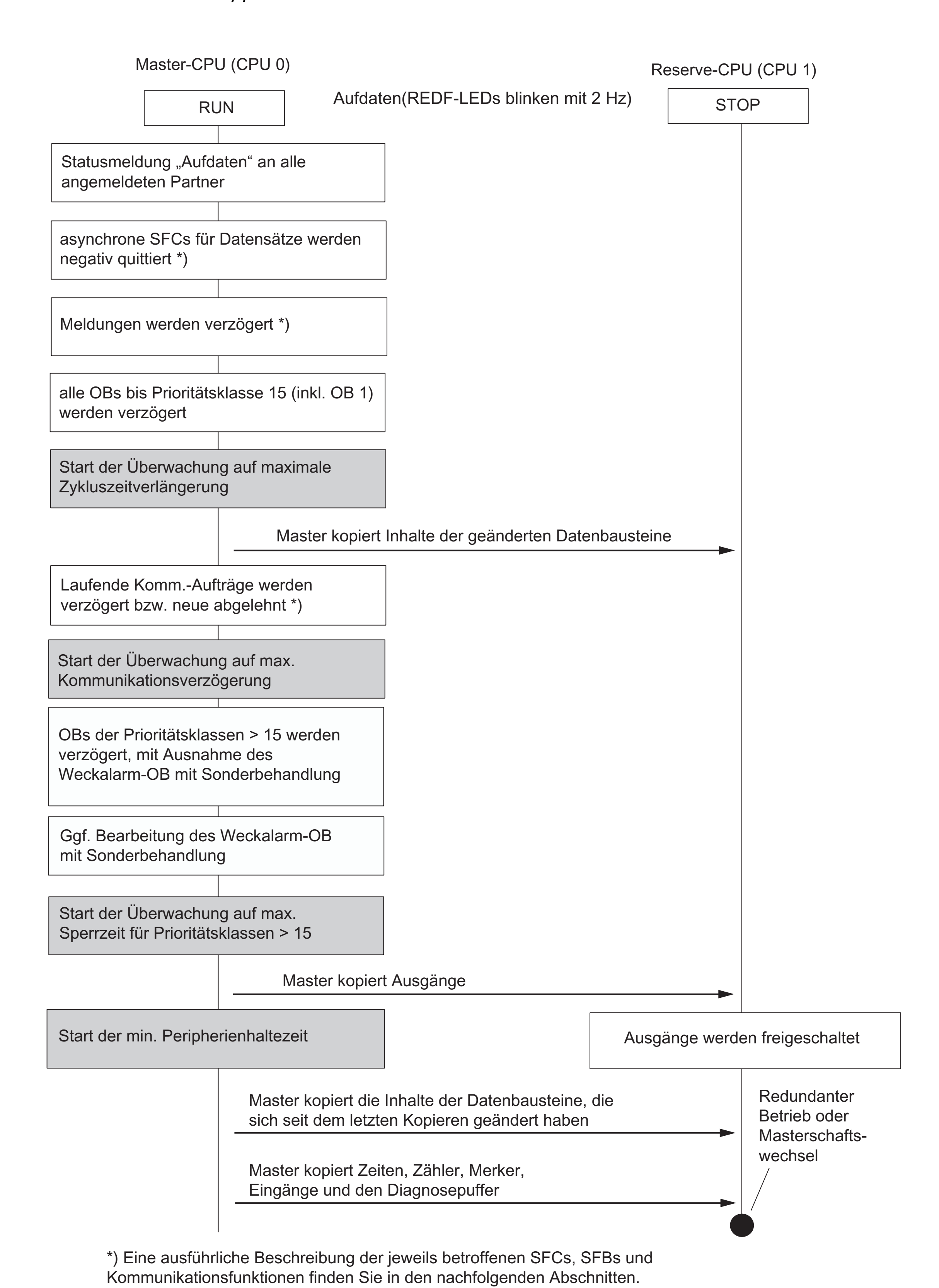


Bild 9-2 Ablauf von Aufdaten

Mindestsignaldauer für Eingangssignale während des Aufdatens

Während des Aufdatens wird die Programmbearbeitung eine bestimmte Zeit angehalten (Darauf wird im Folgenden noch ausführlich eingegangen). Damit der Wechsel eines Eingangssignals auch während des Aufdatens von der CPU sicher erkannt werden kann, muss folgende Bedingung eingehalten werden:

Mindestsignaldauer > 2 × Zeit für Peripherieaktualisierung (nur bei DP)
+ Aufrufintervall der Prioritätsklasse
+ Bearbeitungszeit für das Programm der Prioritätsklasse
+ Zeit für Aufdaten
+ Bearbeitungszeit für Programme von höherprioren Prioritätsklassen

Beispiel:

Mindestsignaldauer eines Eingangssignals, das in einer Prioritätsklasse > 15 (z. B. OB 40) ausgewertet wird.

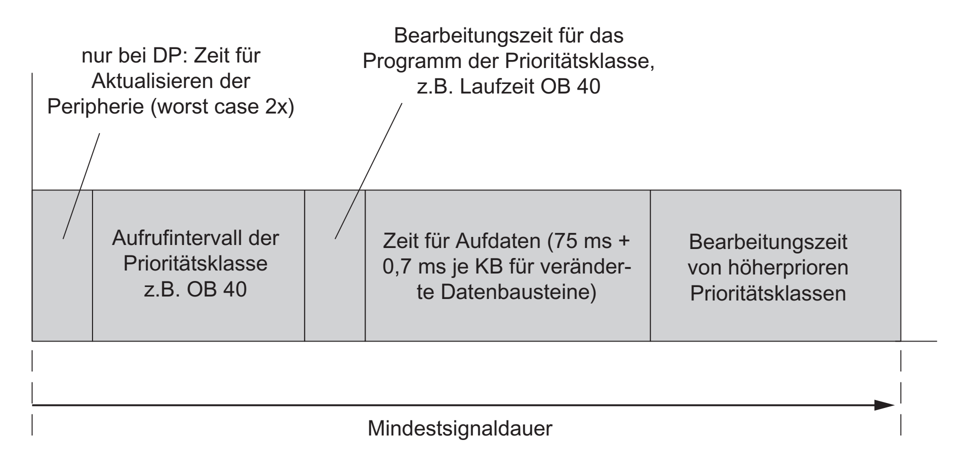


Bild 9-3 Beispiel für Mindestsignaldauer eines Eingangssignals während des Aufdatens

9.3.1 Ablauf des Ankoppelns

Beim Ablauf des Ankoppelns ist zu unterscheiden, ob eine Master/Reserve–Umschaltung durchgeführt wird oder ob anschließend der Systemzustand Redundant erreicht wird.

Ankoppeln zum Erreichen des Systemzustands Redundant

Um Unterschiede in den beiden Teilsystemen auszuschließen, führen Master– und Reserve–CPU folgende Vergleiche durch.

Geprüft wird:

1. die Gleichheit des Speicherausbaus
2. die Gleichheit der Betriebssystem–Version
3. die Gleichheit der Inhalte im Ladespeicher (FLASH Card)
4. die Gleichheit der Inhalte im Ladespeicher (integriertes RAM und RAM Card)

Bei Ungleichheit von 1., 2. oder 3. geht die Reserve–CPU mit Fehlermeldung in STOP.

Bei Ungleichheit von 4. wird das Anwenderprogramm im Ladespeicher des RAM von der Master–CPU in die Reserve–CPU kopiert.

Das Anwenderprogramm im Ladespeicher der FLASH–Card wird nicht übertragen.
Es muss schon vor dem Ankoppeln identisch sein.

Ankoppeln mit Master/Reserve–Umschaltung

In STEP 7 können Sie eine der folgenden Optionen wählen:

- "Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration"
- "Umschalten auf CPU mit erweitertem Speicherausbau"
- "Umschalten auf CPU mit geändertem Betriebssystem"
- "Umschalten auf CPU mit geändertem Hardware–Ausgabestand"
- "Umschalten auf CPU über nur eine intakte Redundanzkopplung"

Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration

Sie können auf der Reserve–CPU folgendes geändert haben:

- die Hardware–Konfiguration
- die Speicherart des Ladespeichers (Sie haben z. B. eine RAM Card durch eine FLASH Card ersetzt). Dabei darf der neue Ladespeicher größer oder kleiner sein als der alte.

Beim Ankoppeln werden keine Bausteine vom Master zur Reserve übertragen. Der genaue Sachverhalt ist in Kapitel Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration oder erweitertem Speicherausbau (Seite 106) beschrieben.

Die durchzuführenden Schritte bei den oben genannten Szenarien (Änderung der Hardware–Konfiguration, Speicherart–Änderung des Ladespeichers) sind in Kapitel Ausfall und Tausch von Komponenten im laufenden Betrieb (Seite 191) beschrieben.

Hinweis

Falls Sie auf der Reserve–CPU weder die Hardware–Konfiguration noch die Speicherart des Ladespeichers geändert haben, erfolgt dennoch eine Master/Reserve–Umschaltung, und die bisherige Master–CPU geht in STOP.

Umschalten auf CPU mit erweitertem Speicherausbau

Sie können auf der Reserve–CPU den Ladespeicher vergrößert haben. Dabei müssen die Ladespeichermodule dieselbe Speicherart haben, d. h. es handelt sich entweder um RAM Cards oder um FLASH Cards. Bei FLASH Cards müssen die Inhalte übereinstimmen.

Beim Ankoppeln werden die Anwenderprogramm–Bausteine (OBs, FCs, FBs, DBs, SDBs) des Masters aus dem Ladespeicher und dem Arbeitsspeicher zur Reserve übertragen. Ausnahme: Falls die Ladespeichermodule FLASH Cards sind, erfolgt nur die Übertragung der Bausteine aus dem Arbeitsspeicher.

Die durchzuführenden Schritte bei einer Änderung des Speichertyps oder bei einer Vergrößerung des Ladespeichers sind in Kapitel Ändern der Speicherbestückung der CPU (Seite 248) beschrieben.

ACHTUNG
Falls Sie auf der Reserve–CPU die Speicherart des Ladespeichers oder das Betriebssystem geändert haben, geht diese nicht in RUN, sondern fällt mit entsprechendem Diagnosepuffereintrag zurück in STOP. Falls Sie auf der Reserve–CPU den Ladespeicher nicht vergrößert haben, geht diese nicht in RUN, sondern fällt mit entsprechendem Diagnosepuffereintrag zurück in STOP. Es wird keine Master/Reserve–Umschaltung durchgeführt, und die bisherige Master–CPU bleibt in RUN.

9.3.2 Ablauf des Aufdatens

Was passiert beim Aufdaten?

Beim Aufdaten wird die Bearbeitung der Kommunikationsfunktionen und der OBs abschnittsweise eingeschränkt. Ebenso werden alle dynamischen Daten (Inhalte der Datenbausteine, Zeiten, Zähler und Merker) auf die Reserve–CPU übertragen.

Der Vorgang des Aufdatens läuft folgendermaßen ab:

1. Alle asynchron ablaufenden SFCs, die auf Datensätze von Peripheriebaugruppen zugreifen (SFC 13, 51, 52, 53, 55 bis 59) werden bis zum Ende des Aufdatens "negativ" quittiert mit den Rückgabewerten W#16#80C3 (SFCs 13, 55 bis 59) bzw. W#16#8085 (SFC 51). Bei diesen Rückgabewerten sollten die Aufträge durch das Anwenderprogramm wiederholt werden.
2. Meldefunktionen werden bis zum Ende des Aufdatens verzögert (siehe nachfolgende Auflistung).
3. Die Bearbeitung des OB 1 und aller OBs bis einschließlich Prioritätsklasse 15 wird verzögert.

   Bei Weckalarmen wird die Generierung neuer OB–Anforderungen gesperrt, so dass keine neuen Weckalarme gespeichert werden und folglich auch keine Anforderungsfehler auftreten.

   Erst mit dem Ende des Aufdatens wird je Weckalarm–OB maximal eine Anforderung generiert und bearbeitet. Der Zeitstempel der verzögert generierten Weckalarme kann nicht ausgewertet werden.
4. Übertragung aller Datenbaustein–Inhalte, die sich seit dem Ankoppeln geändert haben.
5. Folgende Kommunikationsaufträge werden negativ quittiert:
   - Lesen/Schreiben von Datensätzen über B&B–Funktionen
   - Lesen von Diagnoseinformationen über STEP 7
   - Sperren und Freigeben von Meldungen
   - An– und Abmelden für Meldungen
   - Quittieren von Meldungen

6. Initialaufrufe von Kommunikationsfunktionen werden negativ quittiert. Das sind Aufrufe, die eine Manipulation des Arbeitsspeichers zur Folge haben, siehe auch *Systemsoftware für S7–300/400, System– und Standardfunktionen*. Alle verbleibenden Kommunikationsfunktionen werden verzögert und nach Abschluss des Aufdatens nachgeholt.
7. Die Generierung neuer OB–Anforderungen für alle OBs mit Prioritätsklasse > 15 wird gesperrt, so dass keine neuen Alarme gespeichert werden und folglich auch keine Anforderungsfehler auftreten.

   Erst mit dem Ende des Aufdatens werden die anstehenden Alarme wieder angefordert und bearbeitet. Der Zeitstempel der verzögert generierten Alarme kann nicht ausgewertet werden.

   Es erfolgt keine Bearbeitung des Anwenderprogramms und keine Peripherieaktualisierung mehr.
8. Generierung des Startereignisses für den Weckalarm–OB mit Sonderbehandlung, falls er eine Prioritätsklasse > 15 hat, und ggf. Ausführung dieses OB.

Hinweis

Der Weckalarm–OB mit Sonderbehandlung ist vor allem dann von Bedeutung, wenn Sie innerhalb einer bestimmten Zeit Baugruppen oder Programmteile ansprechen müssen. Das ist typischerweise bei fehlersicheren Systemen der Fall. Genaueres siehe in den Handbüchern *Automatisierungssysteme S7–400F und S7–400FH* und *Automatisierungssystem S7–300, Fehlersichere Signalbaugruppen*.

---

9. Übertragen der Ausgänge und der kompletten Datenbaustein–Inhalte, die sich erneut geändert haben. Übertragen der Zeiten, Zähler, Merker und Eingänge. Übertragen des Diagnosepuffers.

   Während dieses Datenabgleichs ist der Zeittakt für Weckalarme, Verzögerungsalarme und S7–Zeiten angehalten. Dadurch geht eine bisher eventuell vorhandene Synchronität zwischen Weck– und Uhrzeitalarmen verloren.
10. Aufheben aller Restriktionen. Verzögerte Alarme und Kommunikationsfunktionen werden nachgeholt. Alle OBs werden wieder bearbeitet.

    Für verzögerte Weckalarm–OBs ist keine Äquidistanz zu den früheren Aufrufen mehr gewährleistet.

Hinweis

Prozessalarme und Diagnosealarme werden von der Peripherie gespeichert. Wurden solche Alarme von Baugruppen der Dezentralen Peripherie gestellt, werden sie nach Aufheben der Sperre nachgeholt. Wurden sie von Baugruppen der zentralen Peripherie gestellt, können sie nur dann alle nachgeholt werden, wenn während der Sperre ein und dieselbe Interruptanforderung nicht mehrfach auftrat.

Wurde vom PG/ES aus eine Master/Reserve–Umschaltung angefordert, wird nach Abschluss des Aufdatens die bisherige Reserve–CPU zum Master, und die bisherige Master–CPU geht in STOP. Andernfalls gehen beide CPUs in RUN (Systemzustand Redundant) und bearbeiten das Anwenderprogramm synchron.

Wenn eine Master/Reserve–Umschaltung durchgeführt wurde, hat der OB 1 im ersten Zyklus nach dem Aufdaten eine eigene Kennung (siehe Referenzhandbuch *Systemsoftware für S7–300/400, System– und Standardfunktionen*). Weitere Besonderheiten bei geänderter Konfiguration siehe Kapitel Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration oder erweitertem Speicherausbau (Seite 106).

Verzögerte Meldefunktionen

Die aufgelisteten SFCs, SFBs und Betriebssystemdienste lösen Meldungen an jeweils alle angemeldeten Partner aus. Diese Funktionen werden nach Beginn des Aufdatens verzögert:

- SFC 17 "ALARM_SQ", SFC 18 "ALARM_S", SFC 107 "ALARM_DQ", SFC 108 "ALARM_D"
- SFC 52 "WR_USMSG"
- SFB 31 "NOTIFY_8P", SFB 33 "ALARM", SFB 34 "ALARM_8", SFB 35 "ALARM_8P", SFB 36 "NOTIFY", SFB 37 "AR_SEND"
- Leittechnikmeldungen
- Systemdiagnose–Meldungen

Aufträge zum Sperren und Freigeben von Meldungen durch die SFC 9 "EN_MSG" und die SFC 10 "DIS_MSG" werden ab diesem Zeitpunkt mit einem negativen Rückgabewert abgelehnt.

Kommunikationsfunktionen mit abgeleiteten Aufträgen

Erhält eine CPU einen der unten genannten Aufträge, muss sie daraus wiederum Kommunikationsaufträge generieren und an andere Baugruppen absenden. Dies können z. B. Aufträge zum Lesen oder Schreiben von Parametrier–Datensätzen von/zu Baugruppen der Dezentralen Peripherie sein. Diese Aufträge werden bis zum Ende des Aufdatens abgelehnt.

- Lesen/Schreiben von Datensätzen über B&B–Funktionen
- Lesen von Datensätzen per SZL–Auskunft
- Sperren und Freigeben von Meldungen
- An– und Abmelden für Meldungen
- Quittieren von Meldungen

Hinweis

Die letzten 3 Funktionen werden von einem WinCC–System registriert und nach Abschluss des Aufdatens automatisch wiederholt.

9.3.3 Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration oder erweitertem Speicherausbau

Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration

Sie können auf der Reserve–CPU folgendes geändert haben:

- die Hardware–Konfiguration
- die Speicherart des Ladespeichers. Sie haben z. B. eine RAM Card durch eine FLASH Card ersetzt. Dabei darf der neue Ladespeicher größer oder kleiner sein als der alte.

Die durchzuführenden Schritte bei den oben genannten Szenarien sind in Kapitel Ausfall und Tausch von Komponenten im laufenden Betrieb (Seite 191) beschrieben.

Hinweis

Falls Sie auf der Reserve–CPU weder die Hardware–Konfiguration noch die Speicherart des Ladespeichers geändert haben, erfolgt dennoch eine Master/Reserve–Umschaltung, und die bisherige Master–CPU geht in STOP.

Hinweis

Wenn Sie Verbindungen über NETPRO nachgeladen haben, dürfen Sie danach die Speicherart des Ladespeichers nicht mehr von RAM auf FLASH ändern.

Wenn das Ankoppeln und Aufdaten von STEP 7 aus mit der Option "Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration" ausgelöst wurde, ergibt sich folgendes Verhalten bezüglich der Behandlung der Speicherinhalte.

Ladespeicher

Der Inhalt des Ladespeichers wird nicht von der Master–CPU in die Reserve–CPU kopiert.

Arbeitsspeicher

Folgende Komponenten werden aus dem Arbeitsspeicher der Master–CPU in die Reserve–CPU übertragen:

- Inhalt aller Datenbausteine, die in beiden Ladespeichern denselben Schnittstellen–Zeitstempel haben und deren Attribute "schreibgeschützt" und "unlinked" nicht gesetzt sind.
- Datenbausteine, die in der Master–CPU durch SFC erzeugt wurden.

  Die in der Reserve–CPU per SFC erzeugten DBs werden gelöscht.

  Ist ein Datenbaustein mit gleicher Nummer auch im Ladespeicher der Reserve–CPU enthalten, wird das Ankoppeln mit einem Eintrag im Diagnosepuffer abgebrochen.
- Prozessabbilder, Zeiten, Zähler und Merker

Bei Speichermangel wird das Ankoppeln mit einem Eintrag im Diagnosepuffer abgebrochen.

Wurden Datenbausteine geändert, die Instanzen von SFBs der S7–Kommunikation enthalten, werden diese Instanzen in den Zustand vor Erstaufruf gebracht.

Hinweis

Beim Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration dürfen die Ladespeicher von Master und Reserve unterschiedlich groß sein.

Umschalten auf CPU mit erweitertem Speicherausbau

Sie können auf der Reserve–CPU den Ladespeicher vergrößert haben. Dabei müssen die Ladespeichermodule dieselbe Speicherart haben, d. h. es handelt sich entweder um RAM Cards oder um FLASH Cards. Bei FLASH Cards müssen die Inhalte übereinstimmen.

ACHTUNG
Falls Sie auf der Reserve–CPU die Speicherart des Ladespeichers oder das Betriebssystem geändert haben, geht diese nicht in RUN, sondern fällt mit entsprechendem Diagnosepuffereintrag zurück in STOP. Falls Sie auf der Reserve–CPU den Ladespeicher nicht vergrößert haben, geht diese nicht in RUN, sondern fällt mit entsprechendem Diagnosepuffereintrag zurück in STOP. Es wird keine Master/Reserve–Umschaltung durchgeführt, und die bisherige Master–CPU bleibt in RUN.

Die durchzuführenden Schritte bei einer Änderung des Speichertyps oder bei einer Vergrößerung des Ladespeichers sind in Kapitel Ausfall und Tausch von Komponenten im laufenden Betrieb (Seite 191) beschrieben.

Wenn das Ankoppeln und Aufdaten von STEP 7 aus mit der Option "Umschalten auf CPU mit erweitertem Speicherausbau" ausgelöst wurde, ergibt sich folgendes Verhalten bezüglich der Behandlung der Speicherinhalte.

Arbeitsspeicher und Ladespeicher

Beim Ankoppeln werden die Anwenderprogramm–Bausteine (OBs, FCs, FBs, DBs, SDBs) des Masters aus dem Ladespeicher und dem Arbeitsspeicher zur Reserve übertragen. Ausnahme: Falls die Ladespeichermodule FLASH Cards sind, erfolgt nur die Übertragung der Bausteine aus dem Arbeitsspeicher.

9.3.4 Ankoppeln und Aufdaten sperren

Das Ankoppeln und Aufdaten ist mit einer Zykluszeitverlängerung verbunden. Es gibt darin eine Zeitspanne, in der keine Peripherieaktualisierung durchgeführt wird, siehe Kapitel Zeitüberwachung (Seite 109). Dies müssen Sie in verstärktem Maße beachten, wenn Sie Dezentrale Peripherie einsetzen und nach dem Aufdaten ein Master/Reserve–Wechsel erfolgt (also bei einer Konfigurationsänderung im laufenden Betrieb).

⚠VORSICHT
Führen Sie das Ankoppeln und Aufdaten nur bei unkritischen Prozesszuständen durch.

Um den Startzeitpunkt des Ankoppelns und Aufdatens selbst festzulegen, steht Ihnen die SFC 90 "H_CTRL" zur Verfügung. Eine ausführliche Beschreibung dieser SFC finden Sie im Handbuch *Systemsoftware für S7–300/400, System– und Standardfunktionen*.

ACHTUNG
Wenn der Prozess zu jedem Zeitpunkt eine Zykluszeitverlängerung toleriert, ist ein Aufruf der SFC 90 "H_CTRL" nicht erforderlich. Während des Ankoppelns und Aufdatens wird der CPU–Selbsttest nicht durchgeführt. Achten Sie deshalb, wenn Sie ein fehlersicheres Anwenderprogramm benutzen, darauf, dass Sie das Aufdaten nicht über einen zu langen Zeitraum verzögern. Genaueres siehe im Handbuch *Automatisierungssysteme S7–400F und S7–400FH*.

Beispiel für einen zeitkritischen Prozess

Ein Schlitten mit einem 50 mm langen Nocken bewegt sich auf einer Achse mit konstanter Geschwindigkeit v = 10 km/h = 2,78 m/s = 2,78 mm/ms. An der Achse befindet sich ein Schalter. Der Schalter wird also vom Nocken während einer Zeitspanne von Δt = 18 ms umgelegt.

Damit die Betätigung des Schalters von der CPU erkannt werden kann, müsste die Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15 (Definition siehe unten) deutlich unter 18 ms liegen.

Da Sie in STEP 7 für die maximale Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15 nur 0 ms oder einen Wert zwischen 100 und 60000 ms einstellen können, müssen Sie sich mit einer der folgenden Maßnahmen behelfen:

- Sie verschieben den Beginn des Ankoppelns und Aufdatens auf einen Zeitpunkt, zu dem der Prozesszustand unkritisch ist. Dazu verwenden Sie die SFC 90 "H_CTRL" (siehe oben).
- Sie verwenden einen wesentlich längeren Nocken und / oder reduzieren die Geschwindigkeit des Schlittens deutlich, bevor dieser den Schalter erreicht.

9.4 Zeitüberwachung

Während des Aufdatens wird die Programmbearbeitung für eine bestimmte Zeitdauer angehalten. Dieses Kapitel ist für Sie dann relevant, wenn diese Zeitdauer für Ihren Prozess kritisch ist. In diesem Fall projektieren Sie die nachfolgend beschriebenen Überwachungszeiten.

Während des Aufdatens überwacht das H–System, ob die Zykluszeitverlängerung, die Kommunikationsverzögerung und die Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15 die von Ihnen projektierten Maximalwerte nicht überschreiten; gleichzeitig sorgt es für die Einhaltung der projektierten Minimalen Peripheriehaltezeit.

ACHTUNG
Falls Sie für die Überwachungszeiten keine Werte vorgegeben haben, müssen Sie das Aufdaten in der Zyklusüberwachungszeit berücksichtigen. Falls in diesem Fall das Aufdaten abgebrochen wird, geht das H–System in den Solobetrieb: Die bisherige Master–CPU bleibt im RUN, die Reserve–CPU geht in STOP. Sie können entweder alle Überwachungszeiten projektieren oder keine.

Die technologischen Anforderungen haben Sie in den projektierten Überwachungszeiten berücksichtigt.

Im folgenden werden die Überwachungszeiten genauer erläutert.

- Maximale Zykluszeitverlängerung
  - Zykluszeitverlängerung: diejenige Zeitspanne während des Aufdatens, in der keine Bearbeitung des OB 1 und keine Bearbeitung aller weiteren OBs bis Prioritätsklasse 15 erfolgt. Die "normale" Zykluszeitüberwachung ist in dieser Zeitspanne außer Kraft gesetzt.
  - Max. Zykluszeitverlängerung: die von Ihnen projektierte maximal zulässige Zykluszeitverlängerung.
- Maximale Kommunikationsverzögerung
  - Kommunikationsverzögerung: diejenige Zeitspanne während des Aufdatens, in der keine Bearbeitung der Kommunikationsfunktionen erfolgt. Hinweis: Die bestehenden Kommunikationsverbindungen der Master–CPU bleiben aber aufrechterhalten.
  - Maximale Kommunikationsverzögerung: die von Ihnen projektierte maximal zulässige Kommunikationsverzögerung.

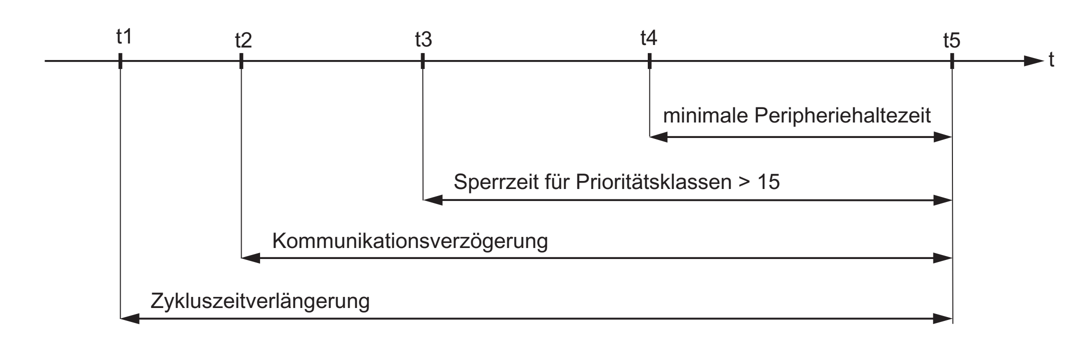
- Maximale Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15
  - Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15: diejenige Zeitspanne während des Aufdatens, in der kein OB (und damit kein Anwenderprogramm) mehr bearbeitet und keine Peripherieaktualisierung mehr durchgeführt wird.
  - Maximale Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15: die von Ihnen projektierte maximale zulässige Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15.
- Minimale Peripheriehaltezeit:

  Es handelt sich um die Zeitspanne zwischen dem Kopieren der Ausgänge von der Master– auf die Reserve–CPU und dem Zeitpunkt des Übergangs in den Systemzustand Redundant bzw. der Master/Reserve–Umschaltung (Zeitpunkt, zu dem die ehemalige Master–CPU in STOP und die neue Master–CPU in RUN geht). In dieser Zeitspanne werden die Ausgänge von beiden CPUs angesteuert. Ein Abfallen der Peripherie wird somit auch beim Aufdaten mit Master/Reserve–Umschaltung verhindert.
  Die minimale Peripheriehaltezeit ist insbesondere beim Aufdaten mit Master/Reserve–Umschaltung von Bedeutung. Wenn Sie für die minimale Peripheriehaltezeit den Wert 0 projektieren, kann es bei einer Anlagenänderung im laufenden Betrieb zu einem Abfallen der Ausgänge kommen.

Die Startzeitpunkte der Überwachungszeiten sind in Bild 9-2 in den unterlegten Kästen dargestellt. Die Zeiten enden jeweils beim Eintritt in den Systemzustand Redundant bzw. bei der Master/Reserve–Umschaltung d. h. beim Übergang des neuen Masters in RUN am Ende des Aufdatens.

Im folgenden Bild sind die beim Aufdaten relevanten Zeiten zusammenfassend dargestellt.

Aufdaten:



t1: Ende der laufenden OBs bis Prioritätsklasse 15
t2: Stop aller Kommunikationsfunktionen
t3: Ende des Weckalarm-OB mit Sonderbehandlung
t4: Ende des Kopierens der Ausgänge auf die Rerve-CPU
t5: Systemzustand Redundant oder Master/Reserve-Umschaltung

Bild 9-4 Bedeutung der beim Aufdaten relevanten Zeiten

Reaktion auf Zeitüberschreitung

Wenn eine der überwachten Zeiten den projektierten Maximalwert überschreitet, wird folgender Ablauf gestartet:

1. Abbruch des Aufdatens

2. H–System bleibt im Solobetrieb mit bisheriger Master–CPU im RUN
3. Eintrag der Abbruchursache in den Diagnosepuffer
4. Aufruf des OB 72 (mit entsprechender Startinformation)

Anschließend wertet die Reserve–CPU ihre Systemdatenbausteine neu aus.
Danach, frühestens jedoch nach einer Minute, wird das Ankoppeln und Aufdaten erneut versucht. Wenn es nach insgesamt 10 Versuchen noch nicht erfolgreich abgeschlossen werden konnte, wird es nicht mehr weiter versucht. Sie müssen dann das Ankoppeln und Aufdaten erneut auslösen.

Gründe für den Ablauf der Überwachungszeiten können sein:

- Hohe Alarmbelastung (z. B. von Peripheriebaugruppen)
- Hohe Kommunikationsbelastung, so dass die Bearbeitung der laufenden Funktionen länger dauert
- In der letzten Phase des Aufdatens sind sehr große Datenmengen auf die Reserve–CPU zu kopieren.

9.4.1 Zeitverhalten

Zeitverhalten im Ankoppeln

Während des Ankoppelns soll die Steuerung Ihrer Anlage so wenig wie möglich beeinflusst werden. Daher dauert das Ankoppeln um so länger, je größer die aktuelle Belastung Ihres Automatisierungssystems ist. Die Dauer des Ankoppelns ist vor allem abhängig von

- der Kommunikationsbelastung
- der Zykluszeit

Bei unbelastetem Automatisierungssystem gilt:

Laufzeit Ankoppeln = Größe des Lade– und des Arbeitsspeichers in Mbyte × 1 s
\+ Grundlast

Die Grundlast beträgt einige Sekunden.

Bei hoher Belastung Ihres Automatisierungssystems kann der speicherabhängige Anteil bis auf 1 Minute je Mbyte anwachsen.

Zeitverhalten im Aufdaten

Die Übertragungszeit beim Aufdaten hängt von der Anzahl und der Gesamtlänge der geänderten Datenbausteine ab und nicht von der geänderten Datenmenge innerhalb eines Bausteins. Sie ist außerdem abhängig vom momentanen Prozess–
zustand und von der Kommunikationslast.

In einfacher Näherung kann die zu projektierende max. Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15 in Abhängigkeit von der Datenmenge im Arbeitsspeicher gesehen werden. Die Codemenge im Arbeitsspeicher spielt keine Rolle.

9.4.2 Ermittlung der Überwachungszeiten

Ermittlung durch STEP 7 oder mit Hilfe von Formeln

Die nachfolgen aufgelisteten Überwachungszeiten werden von STEP 7 bei jeder Neuprojektierung automatisch berechnet. Sie können sie auch mit den nachfolgend angegebenen Formeln und Schritte ermitteln. Diese entsprechen den in STEP 7 hinterlegten Formeln.

- maximale Zykluszeitverlängerung
- maximale Kommunikationsverzögerung
- maximale Sperrzeit für Prioritätsklassen
- minimale Peripheriehaltezeit

Die automatische Berechnung der Überwachungszeiten können Sie auch in HW-Konfig unter Eigenschaften CPU -> H–Parameter anstoßen

Genauigkeit der Überwachungszeiten

Hinweis

Die durch STEP 7 oder mit Hilfe von Formeln ermittelten Überwachungszeiten stellen lediglich eine Empfehlung dar.

Sie basieren auf einem H–System mit zwei Kommunikationspartnern und einer mittleren Kommunikationsbelastung.

Da das Profil Ihrer Anlage von dieser Annahme stark abweichen kann, müssen Sie die folgenden Regeln beachten.

- Bei hoher Kommunikationslast kann die Zykluszeitverlängerung stark ansteigen.
- Wenn Sie auch Anlagenänderungen im laufenden Betrieb vornehmen, kann dies die Zykluszeitverlängerung deutlich erhöhen.
- Je mehr Programmbearbeitung (insbesondere die Bearbeitung von Kommunikationsbausteinen) Sie in Prioritätsklassen > 15 vornehmen, desto mehr werden die Kommunikationsverzögerung und die Zykluszeitverlängerung anwachsen.
- In kleinen Anlagen mit hohen Performance–Anforderungen können Sie die ermittelten Überwachungszeiten auch unterschreiten.

Projektierung der Überwachungszeiten

Bei der Projektierung der Überwachungszeiten müssen folgende Abhängigkeiten beachtet werden; die Einhaltung wird von STEP 7 überprüft:

maximale Zykluszeitverlängerung
> maximale Kommunikationsverzögerung
> (maximale Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15)
> minimale Peripheriehaltezeit

Wenn beim Ankoppeln und Aufdaten mit Master/Reserve–Umschaltung die CPUs mit unterschiedlichen Werten für eine Überwachungsfunktion projektiert sind, wird der größere der beiden Werte verwendet.

Berechnung der minimalen Peripheriehaltezeit (T_{PH})

Für die Berechnung der minimalen Peripheriehaltezeit gilt:

- bei zentraler Peripherie: T_{PH} = 30 ms
- bei dezentraler Peripherie: T_{PH} = 3 x T_{TRmax}

  mit T_{TRmax} = größte Target–Rotation–Time
  aller DP–Mastersysteme der H–Station

Bei Einsatz zentraler und dezentraler Peripherie ergibt sich die minimale Peripheriehaltezeit zu:

T_{PH} = MAX (30 ms, 3 x T_{TRmax})

Nachfolgendes Bild zeigt den Zusammenhang zwischen der minimalen Peripheriehaltezeit und der maximalen Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15.

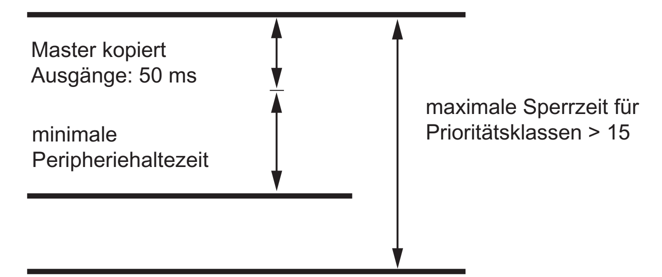


Bild 9-5 Zusammenhang zwischen der minimalen Peripheriehaltezeit und der maximalen Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15

Beachten Sie folgende Bedingung:

50 ms + minimale Peripheriehaltezeit ≤
(maximale Sperrzeit der Prioritätsklassen > 15)

Daraus ergibt sich, dass eine groß gewählte minimalen Peripheriehaltezeit die maximalen Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15 bestimmen kann.

Berechnung der maximalen Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15 (T_{P15})

Die maximale Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15 wird von 4 Faktoren entscheidend bestimmt:

- Wie im Bild 8–2 dargestellt, werden am Ende des Aufdatens nochmals alle Inhalte von Datenbausteinen, die sich seit dem letzten Kopieren auf die Reserve–CPU geändert haben, auf die Reserve–CPU übertragen. **Anzahl und Struktur der Datenbausteine**, die Sie in den hochprioren Prioritätsklassen beschreiben, bestimmen die Dauer dieses Vorgangs und damit die maximale Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15. Einen Hinweis erhalten Sie bei den unten angegebenen Abhilfen.
- In der letzten Phase des Aufdatens werden alle OBs verzögert bzw. gesperrt. Um dabei zu verhindern, dass durch ungünstige Programmierung die max. Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15 unnötig verlängert wird, bearbeiten Sie die zeitkritischsten Peripheriekomponenten in einem **ausgewählten Weckalarm.** Dies ist besonders relevant bei fehlersicheren Anwenderprogrammen. Diesen Weckalarm legen Sie in der Projektierung fest; er wird dann unmittelbar nach Beginn der maximalen Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15 nochmals bearbeitet, jedoch nur dann, wenn Sie ihm eine Prioritätsklasse > 15 zugeordnet haben.
- Bei Ankoppeln und Aufdaten mit Master/Reserve–Umschaltung (siehe Kapitel Ablauf des Ankoppelns (Seite 101)) muss nach Abschluss des Aufdatens noch der aktive Kommunikationskanal bei den geschalteten DP–Slaves umgeschaltet werden. Dies verlängert die Zeit, in der keine gültigen Werte gelesen oder ausgegeben werden. Die Dauer dieses Vorgang wird von Ihrer **Hardware–Projektierung** bestimmt.
- Aus den **technologischen Gegebenheiten Ihres Prozesses** ergeben sich Anforderungen, wie lange die Peripherieaktualisierung ausgesetzt werden kann. Dies ist besonders bei zeitüberwachten Vorgängen in F–Systemen wichtig.

Hinweis

Weitere Besonderheiten beim Einsatz von F–Baugruppen finden Sie in den Handbüchern *Automatisierungssysteme S7–400F und S7–400FH* und *Automatisierungssystem S7–300, Fehlersichere Signalbaugruppen*. Dies betrifft insbesondere baugruppeninterne Laufzeiten in F–Baugruppen.

---

1. Bestimmen Sie für jedes DP–Mastersystem aus den Busparametern in STEP 7
   - T_{TR} für das DP–Mastersystem
   - DP–Umschaltzeit (im weiteren mit T_{DP_UM} bezeichnet)
2. Bestimmen Sie für jedes DP–Mastersystem aus den Technischen Daten für die geschalteten DP–Slaves
   - die maximale Umschaltzeit für den aktiven Kommunikationskanal (im weiteren mit T_{SLAVE_UM} bezeichnet).
3. Bestimmen Sie aus den technologischen Vorgaben Ihrer Anlage
   - die maximal zulässige Zeitspanne, in der keine Aktualisierung an Ihren Peripheriebaugruppen erfolgt (im weiteren mit T_{PTO} bezeichnet).
4. Ermitteln Sie aus Ihrem Anwenderprogramm
   - die Zykluszeit des höchstprioren bzw. ausgewählten (siehe oben) Weckalarms (T_{WA})
   - die Laufzeit Ihres Programms in diesem Weckalarm (T_{PROG})

5. Für jedes DP–Mastersystem ergibt sich daraus

   T_{P15} (DP–Mastersystem) = T_{PTO} - (2 x T_{TR} + T_{WA} + T_{PROG} + T_{DP_UM} + T_{SLAVE_UM}) [1]

ACHTUNG
Für T_{P15}(DP–Mastersystem) < 0 ist die Berechnung hier abzubrechen. Mögliche Abhilfen sind nach dem folgenden Berechnungsbeispiel angeführt. Nehmen Sie geeignete Änderungen vor und beginnen Sie die Berechnung erneut mit 1.

6. Wählen Sie das Minimum aus allen T_{P15} (DP–Mastersystem)–Werten.

   Diese Zeit heißt im weiteren TP15_HW.

7. Bestimmen Sie den Anteil der maximalen Sperrzeit für Peripherieklassen > 15, der durch die minimale Peripheriehaltezeit bedingt ist (T_{P15_OD}):

   T_{P15_OD} = 50 ms + min. Peripheriehaltezeit [2]

ACHTUNG
Für T_{P15_OD} > T_{P15_HW} ist die Berechnung hier abzubrechen. Mögliche Abhilfen sind nach dem folgenden Berechnungsbeispiel angeführt. Nehmen Sie geeignete Änderungen vor und beginnen Sie die Berechnung erneut mit 1.

8. Ermitteln Sie aus Kapitel Ablauf des Ankoppelns (Seite 101) den Anteil der maximalen Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15, der durch das Anwenderprogramm bedingt ist (T_{P15_AWP}).

ACHTUNG
Für T_{P15_AWP} > T_{P15_HW} ist die Berechnung hier abzubrechen. Mögliche Abhilfen sind nach dem folgenden Berechnungsbeispiel angeführt. Nehmen Sie geeignete Änderungen vor und beginnen Sie die Berechnung erneut mit 1.

9. Der empfohlene Wert für die max. Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15 ergibt sich nun aus:

   $T_{P15 =}$ MAX (T_{P15_AWP}, T_{P15_OD}) [3]

Beispiel zur Berechnung von T_{P15}

Im Folgenden wird für eine vorliegende Anlagenkonfiguration die maximal zulässige Zeitspanne beim Aufdaten ermittelt, während der das Betriebssystem keine Programmbearbeitung und keine Peripherieaktualisierung durchführt.

Es seien zwei DP–Mastersysteme vorhanden: DP–Mastersystem_1 sei über die MPI/DP–Schnittstelle der CPU, DP–Mastersystem_2 über eine externe DP–Masteranschaltung mit der CPU "verbunden".

1. aus den Busparametern in STEP 7:

T_{TR_1} = 25 ms

T_{TR_2} = 30 ms

$T_{DP_UM_1}$ = 100 ms

$T_{DP_UM_2}$ = 80 ms

2. aus den Technischen Daten der eingesetzten DP–Slaves:

   $T_{SLAVE_UM_1}$ = 30 ms

   $T_{SLAVE_UM_2}$ = 50 ms

3. aus den technologischen Vorgaben Ihrer Anlage:

   T_{PTO_1} = 1250 ms

   T_{PTO_2} = 1200 ms

4. aus dem Anwenderprogramm:

   T_{WA} = 300 ms

   T_{PROG} = 50 ms

5. aus Formel [1]:

   T_{P15} (DP–Mastersystem_1)

   = 1250 ms - (2 x 25 ms + 300 ms + 50 ms + 100 ms + 30 ms) = 720 ms

   T_{P15} (DP–Mastersystem_2)

   = 1200 ms - (2 x 30 ms + 300 ms + 50 ms + 80 ms + 50 ms) = 660 ms

Kontrolle: da T_{P15} > 0 weiter mit

1. T_{P15_HW} = MIN (720 ms, 660 ms) = 660 ms
2. aus Formel [2]:

T_{P15_OD} = 50 ms + T_{PH} = 50 ms + 90 ms = 140 ms

Kontrolle: da T_{P15_OD} = 140 ms < T_{P15_HW} = 660 ms weiter mit

1. aus Abschnitt 7.4.4 bei 170 KByte Anwenderprogramm–Daten:

   T_{P15_AWP} = 194 ms

Kontrolle: da T_{P15_AWP} = 194 ms < T_{P15_HW} = 660 ms weiter mit

1. aus Formel [3] ergibt sich die empfohlene max. Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15:

T_{P15} = MAX (194 ms, 140 ms)

T_{P15} = 194 ms

Wenn Sie für die maximale Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15 also 194 ms in STEP 7 eintragen, wird gewährleistet, dass bei Signaldauern von 1250 ms bzw. 1200 ms ein Signalwechsel während des Aufdatens stets erkannt wird.

Abhilfen, falls keine Berechnung von T_{P15} möglich

Falls sich bei der Berechnung der maximalen Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15 keine Empfehlung ergibt, können sie durch verschiedene Maßnahmen Abhilfe schaffen:

- Reduzieren Sie den Weckalarmzyklus des projektierten Weckalarms.
- Teilen Sie bei besonders hohen T_{TR}–Zeiten die Slaves auf mehrere DP–Mastersysteme auf.
- Erhöhen Sie die Baudrate an betroffenen DP–Mastersystemen.
- Projektieren Sie DP/PA–Links und Y–Links in separaten DP–Mastersystemen.
- Wenn Sie DP–Slaves mit stark unterschiedlichen Umschaltzeiten und damit, in der Regel, stark unterschiedlichen T_{PTO} haben, teilen Sie diese Slaves auf mehrere DP–Mastersysteme auf.
- Wenn in den einzelnen DP–Mastersystemen nur mit geringen Belastungen durch Alarme oder Parametrierungen zu rechnen ist, können Sie die ermittelten T_{TR}–Zeiten auch um ca. 20 - 30 % reduzieren. Dabei steigt aber die Gefahr, dass in der dezentralen Peripherie ein Stationsausfall auftritt.
- Die Zeit T_{P15_AWP} gibt einen Richtwert an, sie ist abhängig von Ihrer Programmstruktur. Sie können sie z. B. durch folgende Maßnahmen reduzieren:
  - Legen Sie Daten, die häufig geändert werden, in anderen DBs ab als Daten, die weniger häufig geändert werden.
  - Geben Sie für die DBs eine kleinere Größe im Arbeitsspeicher an.

Reduzieren Sie die Zeit T_{P15_AWP} ohne die erläuterten Maßnahmen, steigt die Gefahr, dass das Aufdaten wegen Ablauf der Überwachungszeiten abgebrochen wird.

Berechnung der maximalen Kommunikationsverzögerung

Benutzen Sie folgende Formel:

Maximale Kommunikationsverzögerung =
4 x (maximale Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15)

Die Zeit wird entscheidend bestimmt vom Prozesszustand und von der Kommunikationsbelastung Ihrer Anlage. Darunter ist sowohl die absolute Belastung als auch die Belastung im Verhältnis zur Größe Ihres Anwenderprogramms zu verstehen. Gegebenenfalls müssen Sie die Zeit korrigieren.

Berechnung der maximalen Zykluszeitverlängerung

Benutzen Sie folgende Formel:

Maximale Zykluszeitverlängerung =
10 x (maximale Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15)

Die Zeit wird entscheidend bestimmt vom Prozesszustand und von der Kommunikationsbelastung Ihrer Anlage. Darunter ist sowohl die absolute Belastung als auch die Belastung im Verhältnis zur Größe Ihres Anwenderprogramms zu verstehen. Gegebenenfalls müssen Sie die Zeit korrigieren.

Siehe auch

Performance–Werte für Ankoppeln und Aufdaten (Seite 118)

9.4.3 Performance–Werte für Ankoppeln und Aufdaten

Anwenderprogrammanteil T_{P15_AWP} der max. Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15

Den Anwenderprogrammanteil T_{P15_AWP} der max. Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15 ermitteln Sie aus folgender Formel:

T_{P15_AWP} in ms = 0,7 x Größe der DBs im Arbeitsspeicher in Kbyte + 75

In folgender Tabelle sind die sich daraus ergebenden Zeiten für einige typische Werte der Arbeitsspeicherdaten angegeben.

Tabelle 9- 3 Typische Werte für den Anwenderprogrammanteil

Arbeitsspeicherdaten	T_{P15_AWP}
500 Kbyte	220 ms
1 Mbyte	400 ms
2 Mbyte	0,8 s
5 Mbyte	1,8 s
10 Mbyte	3,6 s

Für diese Formel wurden folgende Annahmen getroffen:

- 80 % der Datenbausteine werden vor dem Verzögern der Alarme mit Prioritätsklassen > 15 noch verändert.
  Vor allem für fehlersichere Systeme muss dieser Wert genauer ermittelt werden, um ein Timeout der Treiberbausteine zu vermeiden (siehe Kapitel Ermittlung der Überwachungszeiten (Seite 112)).
- Pro Mbyte Arbeitsspeicher, der durch Datenbausteine belegt ist, sind noch ca. 100 ms Aufdatezeit für aktuell laufende oder zurückgestaute Kommunikationsfunktionen berücksichtigt.
  Je nach Kommunikationsbelastung Ihres Automatisierungssystems müssen sie bei der Einstellung von T_{P15_AWP} einen Zuschlag oder einen Abschlag vornehmen.

9.4.4 Einflüsse auf das Zeitverhalten

Der Zeitraum, in dem keine Peripherieaktualisierung erfolgt, wird in erster Linie durch folgende Einflüsse bestimmt:

- Anzahl und Größe der während des Aufdatens geänderten Datenbausteine
- Anzahl der Instanzen von SFBs der S7–Kommunikation und SFBs zur Erzeugung bausteinbezogener Meldungen
- Anlagenänderungen im laufenden Betrieb
- Einstellungen über dynamische Mengengerüste
- Ausbau der Dezentralen Peripherie (Mit sinkender Baudrate und steigender Slave–Anzahl steigt die zur Peripherieaktualisierung erforderliche Zeit.)

Dieser Zeitraum verlängert sich im ungünstigsten Fall um folgende Beträge:

- Höchster verwendeter Weckalarm–Zyklus
- Dauer aller Weckalarm–OBs
- Dauer der hochprioren Alarm–OBs, die bis zur Verzögerung der Alarme laufen

Gezieltes Verzögern des Aufdatens

Verzögern Sie durch die SFC 90 "H_CTRL" das Aufdaten und geben Sie es erst dann wieder frei, wenn ein Zustand mit geringer Kommunikations– oder Alarmbelastung eintritt.



Durch das Verzögern des Aufdatens verlängern Sie die Zeit, in der sich das H–System im Solobetrieb befindet.

9.5 Besonderheiten während des Ankoppelns und Aufdatens

Anforderung an Eingangssignale während des Aufdatens

Während des Aufdatens werden die zuvor eingelesenen Prozess–Signale beibehalten und nicht aktualisiert. Die Änderung eines Prozess–Signals während des Aufdatens wird von der CPU nur dann erkannt, wenn der geänderte Signalzustand auch nach Abschluss des Aufdatens noch vorliegt.

Impulse (Signalwechsel "0 → 1 → 0" bzw. "1 → 0 →1"), die während des Aufdatens auftreten, werden von der CPU nicht erkannt.

Sorgen Sie deshalb dafür, dass die Zeit zwischen zwei Signalwechseln (Impulsdauer) stets größer ist als die für das Aufdaten benötigte Zeit.

Kommunikationsverbindungen und –funktionen

Verbindungen auf der Master–CPU werden nicht abgebaut. Zugehörige Kommunikationsaufträge werden jedoch während des Aufdatens nicht bearbeitet. Sie werden gespeichert und nachgeholt, sobald einer der folgenden Fälle eintritt:

- Das Aufdaten ist abgeschlossen, und das System ist im Zustand Redundant.
- Das Aufdaten und die Master/Reserve–Umschaltung sind abgeschlossen, das System ist im Solobetrieb.
- Das Aufdaten wurde (z. B. wegen Zeitüberschreitung) abgebrochen, das System ist wieder im Solobetrieb.

Ein Erstaufruf der Kommunikationsbausteine ist während des Aufdatens nicht möglich.

Urlöschanforderung bei Abbruch des Ankoppelns

Wird das Ankoppeln abgebrochen, während der Inhalt des Ladespeichers von der Master–CPU auf die Reserve–CPU kopiert wird, fordert die Reserve–CPU Urlöschen an. Dies wird durch einen Diagnosepuffereintrag mit der Ereignis–ID W#16#6523 signalisiert.

10 Einsatz von Peripherie in S7–400H

10.1 Einsatz von Peripherie in S7–400H

Diese Kapitel gibt einen Überblick über die verschiedenen Aufbauformen der Peripherie im Automatisierungssystem S7–400H und deren Verfügbarkeit. Weiter bietet es Ihnen Informationen zur Projektierung und Programmierung der gewählten Aufbauform.

10.2 Einführung

Aufbauformen der Peripherie

Neben den Stromversorgungen und Zentralbaugruppen, die stets redundant vorhanden sind, gibt es für die Peripherie folgende Aufbauformen, die vom Betriebssystem unterstützt werden:

E/A–Typ	Aufbau	Verfügbarkeit
Digitaleingabe	Einkanalig einseitig Einkanalig geschaltet Zweikanalig redundant	normal erhöht hoch
Digitalausgabe	Einkanalig einseitig Einkanalig geschaltet Zweikanalig redundant	normal erhöht hoch
Analogeingabe	Einkanalig einseitig Einkanalig geschaltet Zweikanalig redundant	normal erhöht hoch
Analogausgabe	Einkanalig einseitig Einkanalig geschaltet Zweikanalig redundant	normal erhöht hoch

Ein zweikanalig redundanter Aufbau auf Anwenderebene ist ebenfalls möglich. Die hohe Verfügbarkeit müssen Sie jedoch im Anwenderprogramm realisieren (siehe Kapitel Weitere Möglichkeiten zum Anschluss von redundanter Peripherie (Seite 155)).

Adressierung

Ganz gleich, ob sie einkanalig einseitige oder geschaltete Peripherie einsetzen, sprechen Sie die Peripherie immer über die gleiche Adresse an.

Grenzen des Peripherieausbaus

Reichen die Steckplätze in den Zentralgeräten nicht aus, können Sie den Aufbau der S7–400H um bis zu 20 Erweiterungsgeräte vergrößern.

Baugruppenträger mit gerader Nummer können Sie nur dem Zentralgerät 0, Baugruppenträger mit ungerader Nummer nur dem Zentralgerät 1 zuordnen.

Für den Einsatz von dezentraler Peripherie können Sie in jedem der beiden Teilsysteme bis zu 12 DP–Mastersysteme anschließen (2 DP–Mastersysteme an den integrierten Schnittstellen der CPU und 10 weitere über externe DP–Mastersysteme).

An der integrierten MPI/DP–Schnittstelle können Sie bis zu 32 Slaves betreiben. An der integrierten DP–Masterschnittstelle und an den externen DP–Mastersystemen können Sie bis zu 125 dezentrale Peripheriegeräte anschließen.

10.3 Einsatz von einkanalig einseitiger Peripherie

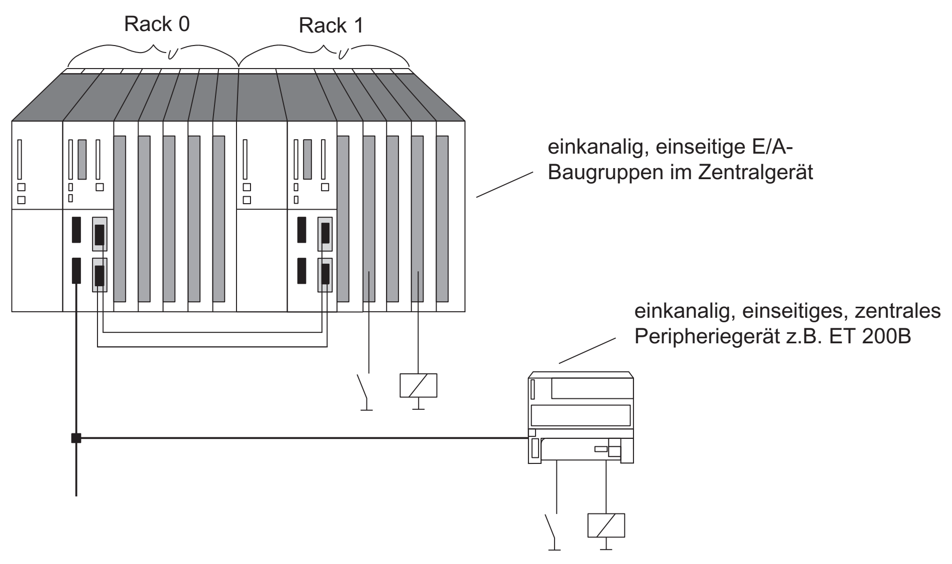
Was ist einkanalig einseitige Peripherie?

Beim einkanalig einseitigen Aufbau sind die Ein–/Ausgabebaugruppen einfach (einkanalig) vorhanden. Die Ein–/Ausgabebaugruppen befinden sich in genau einem Teilsystem und werden nur von diesem angesprochen.

Der Aufbau mit einkanalig einseitiger Peripherie ist möglich in

- Zentral– und Erweiterungsgeräten
- Dezentralen Peripheriegeräten

Der Aufbau mit einkanalig einseitiger Peripherie empfiehlt sich für einzelne Ein–/Ausgabekanäle bis hin zu Anlagenteilen, bei denen für die Peripherie die Standard–Verfügbarkeit ausreicht.



Aufbau mit einkanalig einseitiger Peripherie

Einkanalig einseitige Peripherie und Anwenderprogramm

Einseitig eingelesene Informationen (z.B. von Digitaleingängen) werden im Systemzustand Redundant über die Synchronisationskopplung automatisch an das zweite Teilsystem übertragen.

Nach der Übertragung besitzen beide Teilsysteme die Daten der einkanalig einseitigen Peripherie und werten diese in den beiden identisch vorhandenen Anwenderprogrammen aus. Für die Verarbeitung der Information im Systemzustand Redundant ist es deshalb nicht entscheidend, ob die Peripherie an die Master– oder Reserve–CPU angeschossen ist.

Im Solobetrieb ist der Zugriff auf einseitige Peripherie, die dem Partner–Teilsystem zugeordnet ist, nicht möglich. Dies ist in der Programmierung folgendermaßen zu beachten: Sie müssen der einkanalig einseitigen Peripherie Funktionen zuordnen, die nur bedingt ausgeführt werden können. Damit stellen Sie sicher, dass bestimmte Funktionen für Peripheriezugriffe nur im Systemzustand Redundant und im Solobetrieb des jeweiligen Teilsystems aufgerufen werden.

ACHTUNG
Das Anwenderprogramm muss das Prozessabbild für einkanalig einseitige Ausgabebaugruppen auch im Solobetrieb aktualisieren (z.B. Direktzugriffe). Bei Verwendung von Teilprozessabbildern muss das Anwenderprogramm im OB 72 (Redundanzwiederkehr) die Teilprozessabbilder entsprechend aktualisieren (SFC 27 "UPDAT_PO"). Anderenfalls würden nach Übergang in den Systemzustand Redundant auf die einkanalig einseitigen Ausgabebaugruppen der Reserve–CPU zunächst Altwerte ausgegeben werden.

Ausfall der einkanalig einseitigen Peripherie

Im Störungsfall verhält sich das H–System mit einkanalig einseitiger Peripherie wie ein Standardsystem S7–400, d.h.:

- Bei Ausfall der Peripherie ist die gestörte Peripherie nicht mehr verfügbar.
- Bei Ausfall des Teilsystems, an das die Peripherie angeschlossen ist, ist die gesamte Prozessperipherie dieses Teilsystems nicht mehr verfügbar.

10.4 Einsatz von einkanalig geschalteter Peripherie

Was ist einkanalig geschaltete Peripherie?

Beim einkanalig geschalteten Aufbau sind die Ein–/Ausgabebaugruppen einfach (einkanalig) vorhanden.

Im redundanten Betrieb können sie von beiden Teilsystemen angesprochen werden.

Im Solobetrieb kann das Master–Teilsystem stets **alle geschaltete Peripherie** ansprechen (im Gegensatz zu einseitiger Peripherie).

Der Aufbau mit einkanalig geschalteter Peripherie ist möglich mit dem dezentralen Peripheriegerät ET 200M mit aktivem Rückwandbus und redundanter PROFIBUS–DP–Slaveanschaltung.

Die folgenden Anschaltungen können Sie verwenden:

Tabelle 10- 1 Anschaltungen für den Einsatz einkanalig geschalteter Peripherie

Anschaltung	Bestellnummer
IM 153–2	6ES7 153–2BA81–0XB0 6ES7 153–2BA02–0XB0 6ES7 153–2BA01–0XB0 6ES7 153–2BA00–0XB0
IM 153–2FO	6ES7 153–2AB02–0XB0 6ES7 153–2AB01–0XB0 6ES7 153–2AB00–0XB0 6ES7 153–2AA02–0XB0

Jedes Teilsystem der S7–400H ist (über eine DP–Masterschnittstelle) mit einer der beiden DP–Slave–Schnittstellen der ET 200M verbunden.

Über DP/PA–Link ist die Anbindung von PROFIBUS PA an ein redundantes System möglich.

Die folgenden DP/PA–Links können Sie verwenden:

DP/PA–Link	Bestellnummer
IM 157	6ES7 157–0BA82–0XA0 6ES7 157–0AA82–0XA0 6ES7 157–0AA81–0XA0 6ES7 157–0AA80–0XA0
ET 200M als DP/PA–Link mit	6ES7 153–2BA02–0XB0 6ES7 153–2BA01–0XB0 6ES7 153–2BA81–0XB0

Über Y–Koppler ist die Anbindung eines einkanaligen DP–Mastersystems an ein redundantes System möglich.
Folgender IM 157 - Y–Koppler ist zulässig: 6ES7 197-1LB00 0XA0

Der Aufbau mit einkanalig geschalteter Peripherie empfiehlt sich für Anlagenteile, die den Ausfall einzelner Baugruppen innerhalb der ET 200M tolerieren.

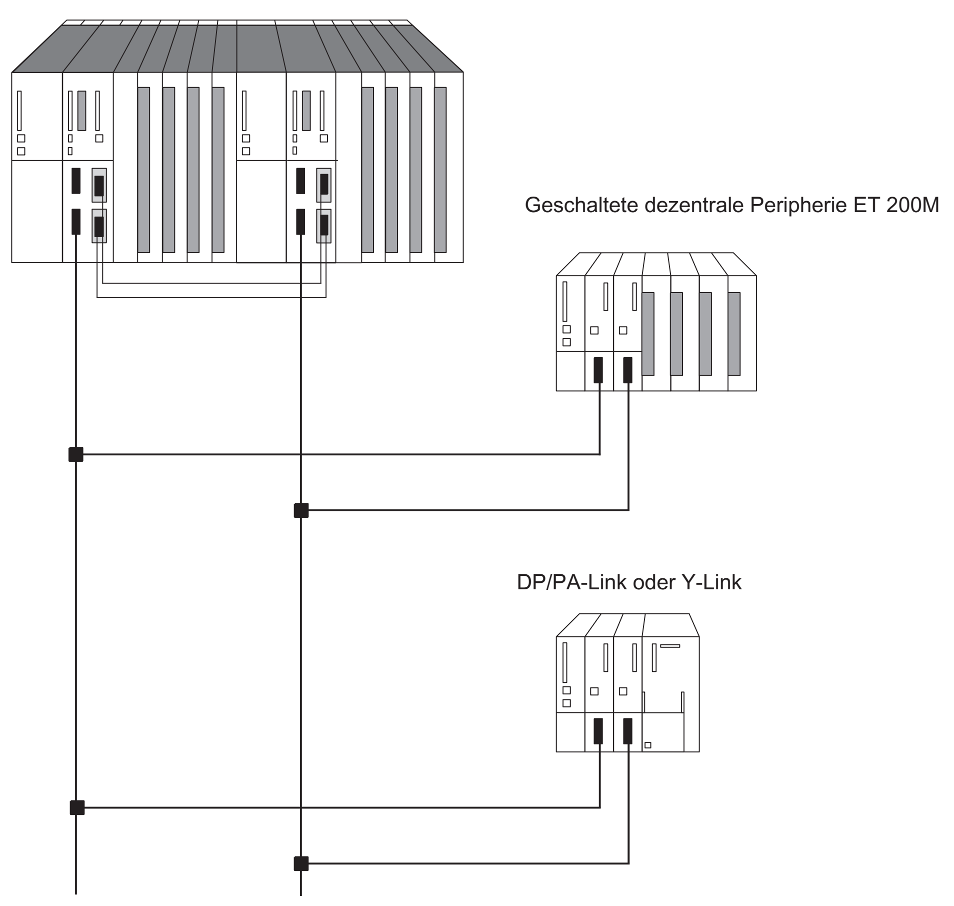


Bild 10-1 Einkanalig geschaltete dezentrale Peripherie ET 200M

Regel

Wenn Sie einkanalig geschaltete Peripherie einsetzen, muss der Aufbau immer symmetrisch sein, d.h.:

- die H–CPU und weitere DP–Master müssen sich in beiden Teilsystemen auf den gleichen Steckplätzen befinden (z.B. in beiden Teilsystemen auf Steckplatz 4) oder
- die DP–Master müssen in beiden Teilsystemen an die gleiche integrierte Schnittstelle angeschlossen sein (z.B. an die PROFIBUS–DP–Schnittstellen der beiden H–CPUs).

Einkanalig geschaltete Peripherie und Anwenderprogramm

Im redundanten Betrieb kann prinzipiell jedes Teilsystem auf einkanalig geschaltete Peripherie zugreifen. Die Informationen werden über die Synchronisationskopplung automatisch übertragen und verglichen. Durch den synchronisierten Zugriff steht immer beiden Teilsystemen der identische Wert zur Verfügung.

Das H–System verwendet zu einem Zeitpunkt immer nur eine der Schnittstellen. Die aktive Schnittstelle wird durch das Leuchten der LED ACT auf der entsprechenden IM 153–2 bzw. IM 157 angezeigt.

Der Weg über die momentan aktive Schnittstelle (IM 153–2 bzw. IM 157) wird als **aktiver Kanal**, der Weg über die andere Schnittstelle als **passiver Kanal** bezeichnet. Dabei läuft der DP–Zyklus stets über beide Kanäle. Es werden jedoch nur die Eingangs– bzw. Ausgangswerte des aktiven Kanals im Anwenderprogramm bearbeit bzw. an die Peripherie ausgegeben. Analoges gilt für asynchrone Tätigkeiten wie Alarmbearbeitung und den Austausch von Datensätzen.

Ausfall der einkanalig geschalteten Peripherie

Im Störungsfall verhält sich das H–System mit einkanalig geschalteter Peripherie wie folgt:

- Bei Ausfall der Peripherie ist die gestörte Peripherie nicht mehr verfügbar.
- Bei bestimmten Ausfallsituationen (z. B. Ausfall eines Teilsystems, eines DP–Mastersystems oder einer DP–Slave–Anschaltung IM153–2 bzw. IM 157, siehe Kapitel Kommunikation (Seite 161)) bleibt die einkanalig geschaltete Peripherie für den Prozess weiterhin verfügbar.
  Dies wird durch die Umschaltung zwischen aktivem und passivem Kanal erreicht. Diese Umschaltung erfolgt für jede DP–Station getrennt. Bei den Ausfällen ist zu unterscheiden zwischen
  - Ausfällen, die nur eine Station betreffen (Ausfall der DP–Slave–Anschaltung des derzeit aktiven Kanals)
  - Ausfällen, die alle Stationen eines DP–Mastersystems betreffen.
    Dazu gehören das Abziehen des Steckers an der DP–Master–Anschaltung, das Herunterfahren des DP–Mastersystems (z. B. bei RUN–STOP–Übergang an einem CP 443–5) und ein Kurzschluss auf dem Kabelstrang eines DP–Mastersystems.

Für jede von einem Ausfall betroffene Station gilt: Sind aktuell beide DP–Slave–Anschaltungen funktionsfähig und es fällt der aktive Kanal aus, wird automatisch der bisher passive Kanal zum aktiven Kanal. Dem Anwenderprogramm wird über den Start des OB 70 ein Redundanzverlust gemeldet (Ereignis W#16#73A3).

Ist die Störung behoben, kommt es zur Redundanzwiederkehr. Diese hat ebenfalls einen Start des OB 70 zur Folge (Ereignis W#16#72A3). Dabei erfolgt keine Umschaltung zwischen aktivem und passivem Kanal.

Ist bereits ein Kanal ausgefallen und es kommt zum Ausfall des verbliebenen (aktiven) Kanals liegt ein kompletter Ausfall der Station vor. Dieser hat einen Start des OB 86 zur Folge (Ereignis W#16#39C4).

Hinweis

Kann die externe DP–Master–Anschaltung den Ausfall des kompletten DP–Mastersystems erkennen (z. B. bei einem Kurzschluss), wird nur dieses Ereignis gemeldet ("Mastersystemausfall kommend" W#16#39C3). Das Betriebssystem meldet dann keine einzelnen Stationsausfälle mehr. Dadurch kann der Umschaltvorgang zwischen aktivem und passivem Kanal beschleunigt werden.

Dauer der Umschaltung des aktiven Kanals

Die Umschaltdauer beträgt maximal

DP–Fehlererkennungszeit + DP–Umschaltzeit + Umschaltzeit der DP–Slave–Anschaltung

Die beiden ersten Summanden können Sie aus den Busparametern Ihres DP–Mastersystems in STEP 7 ermitteln. Den letzten Summanden bestimmen Sie aus den Handbüchern der betreffenden DP–Slave–Anschaltungen (*Dezentrales Peripheriegerät ET 200M* bzw. *Buskopplung DP/PA*).

ACHTUNG
Falls Sie F–Baugruppen einsetzen, müssen Sie die Überwachungszeit jeder F–Baugruppe größer wählen als die Umschaltdauer des aktiven Kanals im H–System. Falls Sie diese Vorschrift nicht beachten, kann es bei der Umschaltung des aktiven Kanals zum Ausfall von F–Baugruppen kommen.

ACHTUNG
In die obige Berechnung geht auch die Bearbeitungsdauer im OB 70 oder OB 86 ein. Achten Sie darauf, dass die Bearbeitung für eine DP–Station **nicht länger als 1 ms** dauert. Sind umfangreichere Bearbeitungen notwendig, koppeln Sie diese aus der unmittelbaren Bearbeitung der genannten OBs aus. Beachten Sie, dass ein Signalwechsel nur dann von der CPU erkannt werden kann, wenn die Signaldauer größer ist als die angegebene Umschaltdauer. Bei einer Umschaltung des kompletten DP–Mastersystems gilt für alle DP–Komponenten die Umschaltzeit der langsamsten DP–Komponente. In der Regel bestimmt ein DP/PA–Link oder ein Y–Link die Umschaltzeit und die damit verbundene minimale Signaldauer. Wir empfehlen Ihnen deshalb, DP/PA–Links und Y–Links an ein separates DP–Mastersystem anzuschließen. Falls Sie F–Baugruppen einsetzen, müssen Sie die Überwachungszeit jeder F–Baugruppe größer wählen als die Umschaltdauer des aktiven Kanals im H–System. Falls Sie Dies nicht beachten, kann es bei der Umschaltung des aktiven Kanals zum Ausfall von F–Baugruppen kommen.

Umschaltung des aktiven Kanals beim Ankoppeln und Aufdaten

Beim Ankoppeln und Aufdaten mit Master/Reserve–Umschaltung (siehe Kapitel Ablauf des Ankoppelns (Seite 101)) kommt es zu einer Umschaltung zwischen aktivem und passivem Kanal bei allen Stationen der geschalteten Peripherie. Dabei wird der OB 72 aufgerufen.

Stossfreiheit bei Umschaltung des aktiven Kanals

Um zu verhindern, dass bei der Umschaltung zwischen aktivem und passivem Kanal die Peripherie vorübergehend ausfällt oder Ersatzwerte ausgibt, halten die DP–Stationen der geschalteten Peripherie ihre Ausgänge, bis die Umschaltung abgeschlossen ist und der neue aktive Kanal die Bearbeitung übernommen hat.

Damit auch Totalausfälle einer DP–Station erkannt werden können, die während der Umschaltung passieren, wird der Umschaltvorgang sowohl von den einzelnen DP–Stationen als auch vom DP–Mastersystem überwacht.

Bei richtiger Einstellung der minimalen Peripheriehaltezeit (siehe Kapitel Zeitüberwachung (Seite 109)) gehen durch eine Umschaltung keine Alarme oder Datensätze verloren. Gegebenenfalls erfolgt eine automatische Wiederholung.

Systemaufbau und Projektierung

Geschaltete Peripherie mit unterschiedlichen Umschaltzeiten sollten Sie auf separate Stränge sortieren. Damit wird unter anderem die Berechnung der Überwachungszeiten vereinfacht.

10.5 Anschluss von redundanter Peripherie

10.5.1 Anschluss von redundanter Peripherie

Was ist redundante Peripherie?

Als redundante Peripherie werden Ein–/Ausgabebaugruppen bezeichnet, die doppelt vorhanden sind und paarweise redundant projektiert und betrieben werden. Der Einsatz redundanter Peripherie bietet die höchste Verfügbarkeit, da auf diese Weise sowohl der Ausfall einer CPU als auch einer Signalbaugruppe toleriert wird.

Konfigurationen

Es sind folgende Konfigurationen mit redundanter Peripherie möglich:

1. Redundante Signalbaugruppen in den Zentral– und Erweiterungsgeräten
   Hierzu werden in die Teilsysteme von CPU 0 und CPU 1 die Signalbaugruppen paarweise eingesetzt. Redundante Peripherie in Zentral– und Erweiterungsgeräten

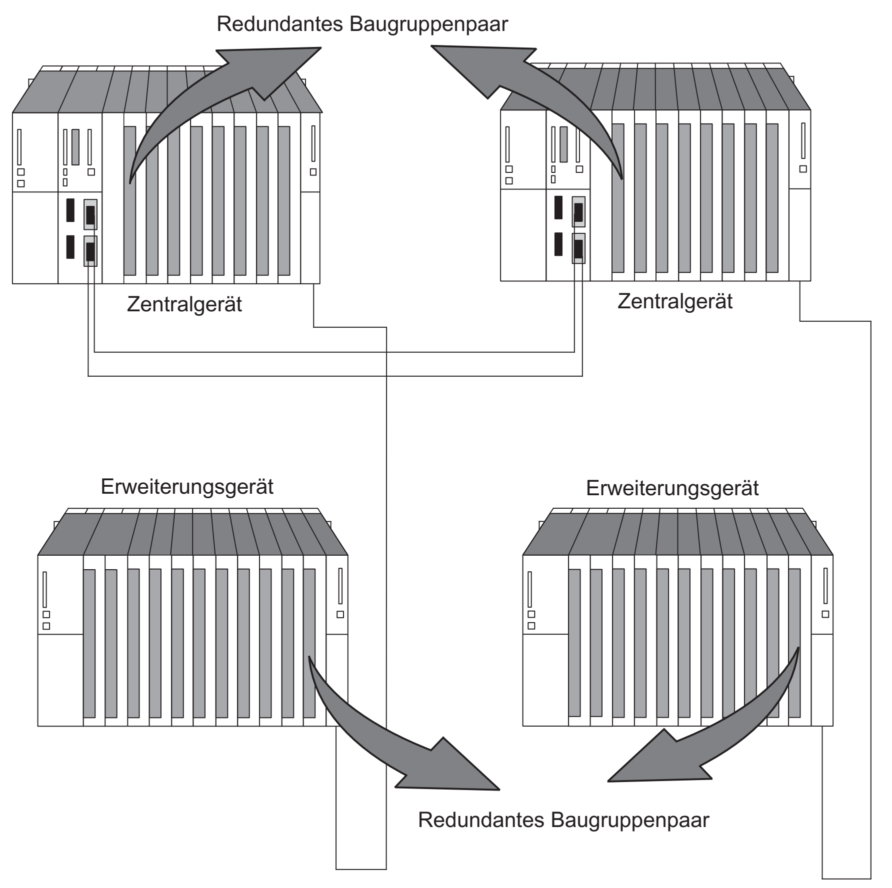


Bild 10-2 Redundante Peripherie in Zentral– und Erweiterungsgeräten

2. Redundante Peripherie im einseitigen DP–Slave

   Hierzu werden in dezentralen Peripheriegeräten ET 200M mit aktivem Rückwandbus die Signalbaugruppen paarweise eingesetzt.

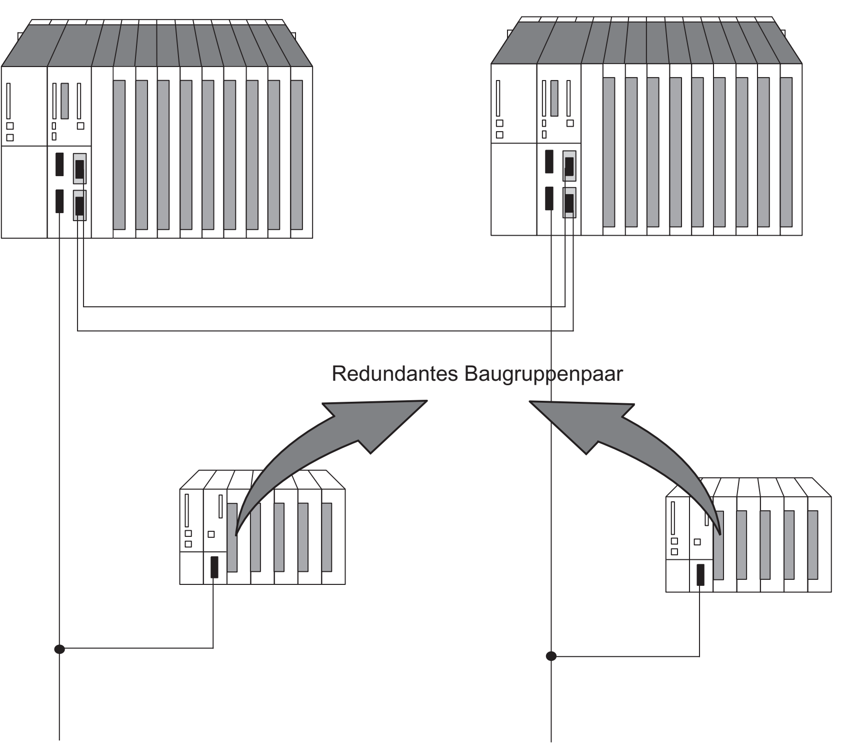


Bild 10-3 Redundante Peripherie im einseitigen DP–Slave

3. Redundante Peripherie im geschalteten DP–Slave

   Hierzu werden in dezentralen Peripheriegeräten ET 200M mit aktivem Rückwandbus die Signalbaugruppen paarweise eingesetzt.

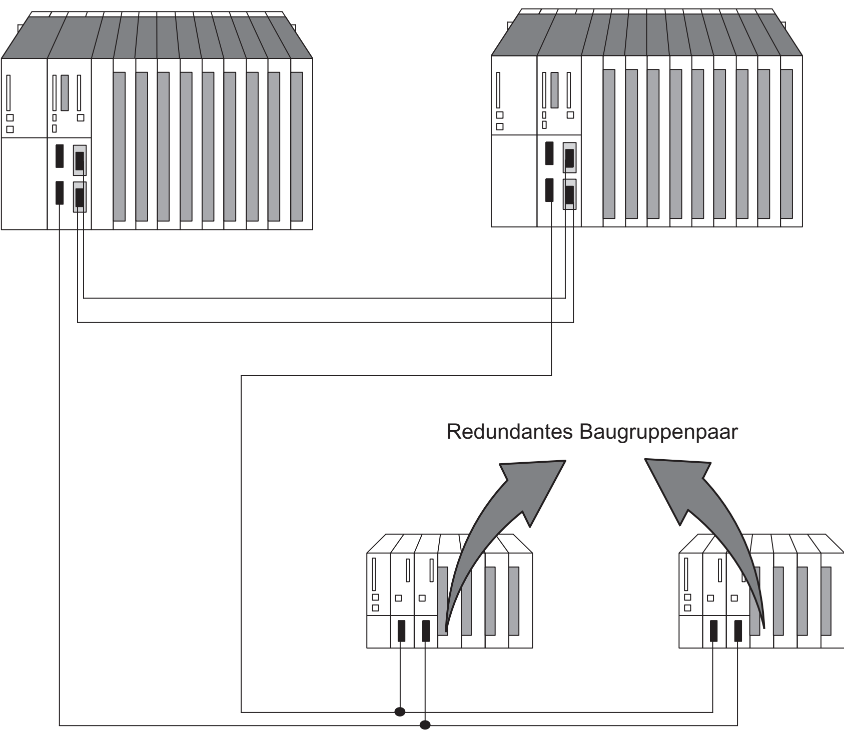


Bild 10-4 Redundante Peripherie im geschalteten DP–Slave

4. Redundante Peripherie an einer H–CPU im Einzelbetrieb

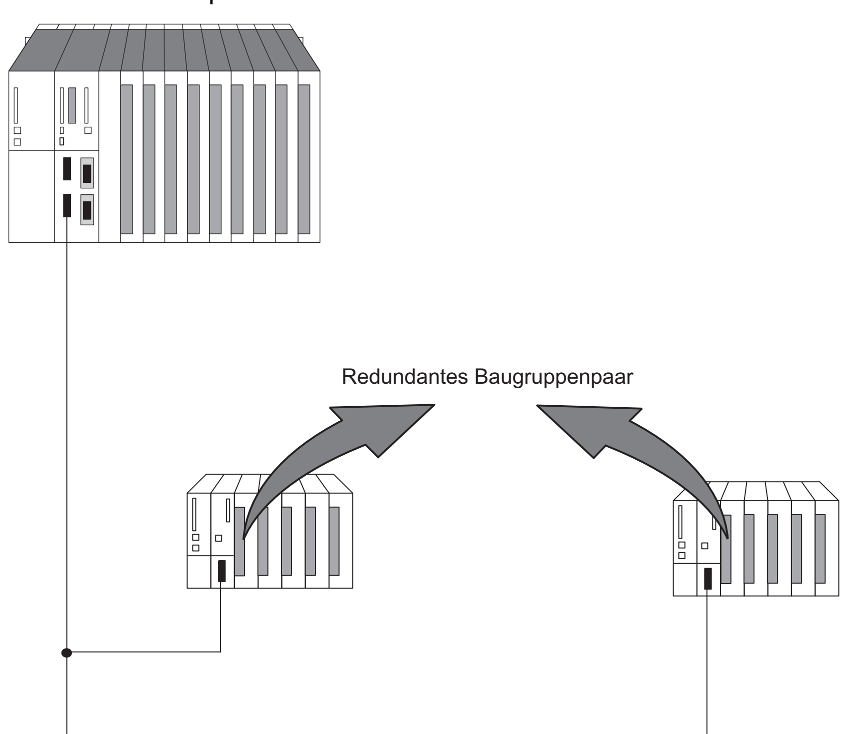


Bild 10-5 Redundante Peripherie im Einzelbetrieb

Prinzip der kanalgruppengranularen Redundanz

Kanalfehler durch Diskrepanz führen zur Passivierung des jeweiligen Kanals. Kanalfehler durch Diagnosealarm (OB82), führen zur Passivierung der betroffenen Kanalgruppe. Eine Depassivierung depassiviert alle betroffenen Kanäle sowie alle auf Grund von Baugruppenfehlern passivierten Baugruppen. Durch kanalgruppengranulare Passivierung wird die Verfügbarkeit für folgende Fälle deutlich erhöht:

- Relativ häufige Geberausfälle
- Lange Reparaturdauer
- Mehrere Kanalfehler auf einer Baugruppe

Hinweis

Kanal und Kanalgruppe

Je nach Baugruppe enthält eine Kanalgruppe einen einzelnen Kanal, eine Gruppe von mehreren Kanälen oder alle Kanäle der Baugruppe. Deshalb können Sie alle redundant einsetzbaren Baugruppen in kanalgruppengranularer Redundanz betreiben.

Eine aktuelle Liste der redundant einsetzbaren Baugruppen finden Sie im Kapitel Redundant einsetzbare Signalbaugruppen (Seite 136) .

Prinzip der baugruppengranularen Redundanz

Redundanz gilt immer für gesamte Baugruppen, nicht für einzelne Kanäle. Tritt ein Fehler auf einem Kanal der ersten redundanten Baugruppe auf, wird die gesamte Baugruppe mit allen Kanälen passiviert. Tritt ein Fehler auf einem anderen Kanal der zweiten Baugruppe auf, bevor der erste Fehler behoben und die erste Baugruppe depassiviert wurde, so wird dieser zweite Fehler nicht beherrscht.

Eine aktuelle Liste der redundant einsetzbaren Baugruppen finden Sie im Kapitel .

Bausteinbibliotheken "Funktionale Peripherie–Redundanz"

Die Bausteine, die Sie für kanalgruppengranulare Redundanz einsetzen, befinden sich in der Bibliothek "Redundant IO CGP V50". Die Bausteine der Bibliothek "Redundant IO CGP V40" können sie zwar auch für kanalgruppengranulare Redundanz einsetzen, allerdings nur für ein eingeschränktes Baugruppenspektrum.

Die Bausteine, die Sie für baugruppengranulare Redundanz einsetzen, befinden sich in der Bibliothek "Redundant IO MGP V30". Die baugruppengranulare Redundanz ist ein Sonderfall des Betriebs redundanter Baugruppen, s. o.

Hinweis

Redundante Baugruppen betreiben

Wenn Sie erstmals Signalbaugruppen betreiben, verwenden Sie kanalgruppengranulare Redundanz mit den Bausteinen der Bibliothek "Redundant IO CGP V50". Damit sichern Sie sich die höchstmögliche Flexibilität für den Einsatz redundanter Baugruppen.

Die Bausteinbibliotheken "Funktionale Peripherie–Redundanz", die die redundante Peripherie unterstützen, enthalten jeweils folgende Bausteine:

- FC 450 "RED_INIT": Initialisierungsfunktion
- FC 451 "RED_DEPA": Depassivierung anstoßen
- FB 450 "RED_IN": Funktionsbaustein, für das Einlesen redundanter Eingänge
- FB 451 "RED_OUT": Funktionsbaustein, für das Ansteuern redundanter Ausgänge
- FB 452 "RED_DIAG": Funktionsbaustein, für die Diagnose der redundanten Peripherie
- FB 453 "RED_STATUS": Funktionsbaustein, für eine Redundanz–Status–Information

Projektieren Sie die Nummern der Verwaltungsdatenbausteine für die redundante Peripherie in HW–Config "Eigenschaften CPU -> H–Parameter". Vergeben Sie freie DB–Nummern für diese Datenbausteine. Die Datenbausteine werden von der FC 450 "RED_INIT" im Anlauf der CPU erzeugt. Die Defaulteinstellung für die Nummern der Verwaltungsdatenbausteine ist 1 und 2. Bei diesen Datenbausteinen handelt es sich nicht um die Instanz–Datenbausteine des FB 450 "RED_IN" oder des FB 451 "RED_OUT".

Die Bibliotheken öffnen Sie im SIMATIC Manager mit "Datei -> Öffnen -> Bibliotheken"

Funktionalität und Einsatz der Bausteine wird in der zugehörigen Online–Hilfe beschrieben.

ACHTUNG
Bausteine aus verschiedenen Bibliotheken
Verwenden Sie ausschließlich Bausteine aus einer Bibliothek. Die gleichzeitige Verwendung von Bausteinen aus verschiedenen Bibliotheken ist nicht zulässig. Wenn Sie eine der früheren Bibliotheken Redundant IO (V1) oder Redundant IO CGP durch die Redundant IO CGP V5.0 ersetzen wollen, müssen Sie vorher Ihr Anwenderprogramm entsprechend anpassen. Weitere Hinweise entnehmen Sie bitte der kontext-sensitiven Baustein-Hilfe bzw. der Readme zu STEP 7

Umstieg auf kanalgruppengranulare Redundanz

Für die Aktivierung der kanalgruppengranularen Passivierung müssen Sie das Automatisierungssystem anhalten (Urlöschen und Anwenderprogramm im STOP neu laden).

Beachten Sie folgende Punkte:

Das Mischen von Bausteinen aus verschiedenen Bibliotheken in einer CPU ist nicht gestattet und kann zu unvorhersehbarem Verhalten führen.

Stellen Sie bei der Umstellung eines Projektes sicher, dass aus dem Bausteinordner alle Bibliotheksbausteine mit den Bezeichnungen FB450–453 und FC450–451 gelöscht wurden und durch die Bausteine aus der Red-IO CGP V5.0 ersetzt worden sind. Führen Sie diesen Schritt in jedem relevanten Programm aus. Übersetzen und laden Sie Ihr Projekt.

Einsatz der Bausteine

Bevor Sie die Bausteine einsetzen, parametrieren Sie die redundanten Baugruppen in HW–Konfig als redundant.

In welche OBs Sie die einzelnen Bausteine einbinden müssen finden Sie in nachfolgender Tabelle aufgeführt:

Baustein	OB
FC 450 "RED_INIT"	• OB 72 "CPU–Redundanzfehler" (nur bei H-Systemen) Die FC 450 wird nur nach dem Startereignis B#16#33:"Reserve–Master–Umschaltung durch Bedienung" bearbeitet • OB 80 "Zeitfehler" (nur im Einzelbetrieb) Die FC 450 wird nur nach dem Startereignis "Wiedereintritt in den RUN nach Umkonfigurieren" bearbeitet. • OB 100 "Neustart" (die Verwaltungs-DBs werden neu erzeugt, siehe Online-Hilfe) • OB 102 "Kaltstart"
FC 451 "RED_DEPA"	Wenn Sie die FC 451 im OB 83 beim Stecken von Baugruppen oder im OB 85 mit einem gehenden Alarm aufrufen erfolgt eine um 3 s verzögerte Depassivierung. Ab der Version 3.5 des FB 450 "RED_IN" in der Bibliothek "Redundant IO MGP" und Version 5.8 des FB 450 "RED_IN" in der Bibliothek "Redundant IO CGP" V50 erfolgt eine um 10 s verzögerte Depassivierung.

Baustein	OB
FB 450 "RED_IN"	• OB1 "Zyklisches Programm" • OB 30 bis OB 38 "Weckalarm"
FB 451 "RED_OUT"	• OB1 "Zyklisches Programm" • OB 30 bis OB 38 "Weckalarm"
FB 452 "RED_DIAG"	• OB 72 "CPU–Redundanzfehler" • OB 82 "Diagnosealarm" • OB 83 "Ziehen/Stecken–Alarm" • OB 85 "Programmablauffehler"
FB 453 "RED_STATUS"	• OB1 "Zyklisches Programm" (nur bei H-Systemen) • OB 30 bis OB 38 "Weckalarm"

Sollen die redundanten Baugruppen über Teilprozessabbilder in Weckalarmen angesprochen werden muss das entsprechende Teilprozessabbild diesem Baugruppenpaar und dem Weckalarm zugeordnet werden. Rufen Sie den FB 450 "RED_IN" in diesem Weckalarm vor dem Anwenderprogramm auf. Rufen Sie den FB 451 "RED_OUT" in diesem Weckalarm nach dem Anwenderprogramm auf.

Die gültigen Werte, die vom Anwenderprogramm verarbeitet werden, stehen immer auf der niedereren Adresse der beiden redundanten Baugruppen. Deshalb ist nur die niedere Adresse für die Anwendung nutzbar, die Werte der höheren Adresse sind nicht relevant für die Applikation.

Hinweis

Einsatz des FB 450 "RED_IN" und 451 "RED_OUT" bei Verwendung von Teilprozessabbildern

Sie müssen für jede verwendete Prioritätsklasse (OB1, OB 30 ... OB 38) jeweils ein eigenes Teilprozessabbild verwenden.

HW–Aufbau und Projektierung der redundanten Peripherie

Wenn Sie redundante Peripherie einsetzen gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Stecken Sie alle Baugruppen, die Sie redundant einsetzen wollen. Beachten Sie dabei auch die nachfolgend beschriebenen Default–Regeln für die Projektierung.

2. Projektieren Sie die Baugruppenredundanz unter HW–Konfig in den Objekteigenschaften der jeweiligen Baugruppe.

   Suchen Sie entweder für jede Baugruppe eine Partnerbaugruppe oder nutzen Sie die Default–Einstellungen

   Bei zentralem Aufbau: Steckt die Baugruppe im geraden Rack auf Steckplatz X, so wird die Baugruppe im nächsten ungeraden Rack auf dem gleichen Steckplatz vorgeschlagen. Steckt die Baugruppe im ungeraden Rack auf Steckplatz X, so wird die Baugruppe im vorhergehenden geraden Rack auf dem gleichen Steckplatz vorgeschlagen.

   Dezentral im einseitigen DP–Slave: Steckt die Baugruppe im Slave auf Steckplatz X, so wird die Baugruppe, sofern das DP–Mastersystem redundant ist im Parter–DP–Subsystem im Slave gleicher Profibus–Adresse auf gleichem Steckplatz X vorgeschlagen.

   Dezentral im geschalteten DP–Slave, Einzelbetrieb: Steckt die Baugruppe im Slave mit einer DP–Adresse auf Steckplatz X, so wird die Baugruppe im Slave mit der nächsten Profibusadresse auf Steckplatz X vorgeschlagen.
3. Geben Sie bei Eingabebaugruppen die weiteren Redundanzparameter ein.

Hinweis

Eine Anlagenänderung im laufenden Betrieb ist auch bei redundanter Peripherie möglich. Nicht erlaubt ist jedoch das Umparametrieren einer redundanten Baugruppe per SFC.

ACHTUNG
Schalten Sie die Station bzw. den Baugruppenträger ab, bevor Sie eine nicht diagnosefähige redundante Digitaleingabebaugruppe entfernen, die nicht passiviert ist. Sonst könnte die falsche Baugruppe passiviert werden. Ein Beispiel für die Notwendigkeit dieses Vorgehens ist der Tausch des Frontsteckers einer redundanten Baugruppe. Redundante Baugruppen müssen im Prozessabbild der Eingänge bzw. der Ausgänge liegen. Auf redundante Baugruppen darf nur über das Prozessabbild zugegriffen werden. Wenn Sie redundante Baugruppen einsetzen, müssen Sie unter "HW-Konfig -> Eigenschaften CPU 41x–H" im Register "Zyklus/Taktmerker" folgendes einstellen: "OB 85 Aufruf bei Peripheriezugriffsfehler -> Nur bei kommenden und gehenden Fehlern"

10.5.2 Redundant einsetzbare Signalbaugruppen

Signalbaugruppen als redundante Peripherie

Die nachfolgend aufgelisteten Signalbaugruppen können Sie als redundante Peripherie einsetzen. Beachten Sie aktuelle Hinweise zum Einsatz der Baugruppen in der Readme und in den SIMATIC FAQs bei http://www.siemens.com/automation/service&support unter dem Stichwort "Redundante Peripherie".

Beachten Sie auch, dass Sie nur Baugruppen mit jeweils gleichem Erzeugnisstand und jeweils gleicher Firmware-Version paarweise redundant einsetzen können.

Tabelle 10- 2 Redundant einsetzbare Signalbaugruppen

Kanal-gruppen-granular (V5.x)	Bau-gruppen-granular (V3.x)	Kanal-granular (V 4.x)	Baugruppe	Bestellnummer
Zentral: Redundante DI zweikanalig				
X	X		DI 16xDC 24V Alarm	6ES7 421–7BH0x–0AB0
			Einsatz mit nicht redundantem Geber • Diese Baugruppe hat die Diagnose "Drahtbruch". Wollen Sie diese nutzen, müssen Sie sicherstellen, dass bei Verwendung eines Gebers, der parallel an zwei Eingängen ausgewertet wird, in Summe auch im Signalzustand "0" ein Strom zwischen 2,4 mA und 4,9 mA fließt. Schalten Sie hierfür über den Geber einen Widerstand. Dessen Wert ist schalterabhängig und beträgt bei Kontakten zwischen 6800 und 8200 Ohm. Bei Beros berechnen Sie den Widerstand nach folgender Formel: (30V / (4,9mA – I_R_Bero) < R < (20V / (2,4mA – I_R_Bero)	
X	X		DI 32xDC 24V	6ES7 421–1BL0x–0AA0
X	X		DI 32xUC 120V	6ES7 421–1EL00–0AA0
Dezentral: Redundante DI zweikanalig				
X	X		DI16xDC 24 V, Alarm	6ES7 321–7BH00–0AB0
X	X	X	DI16xDC 24 V	6ES7 321–7BH01–0AB0
			Bei einem Fehler auf einem Kanal wird die gesamte Gruppe (2 Kanäle) passiviert. Einsatz mit nicht redundantem Geber • Diese Baugruppe hat die Diagnose "Drahtbruch". Wollen Sie diese nutzen, müssen Sie sicherstellen, dass bei Verwendung eines Gebers, der parallel an zwei Eingängen ausgewertet wird, in Summe auch im Signalzustand "0" ein Strom zwischen 2,4 mA und 4,9 mA fließt. Schalten Sie hierfür über den Geber einen Widerstand. Dessen Wert ist schalterabhängig und beträgt bei Kontakten zwischen 6800 und 8200 Ohm. Bei Beros berechnen Sie den Widerstand nach folgender Formel: (30V / (4,9mA – I_R_Bero) < R < (20V / (2,4mA – I_R_Bero)	
X	X		DI16xDC 24 V	6ES7 321–1BH02–0AA0
			Bei bestimmten Anlagenzuständen kann es während des Ziehens des Frontsteckers der zweiten Baugruppe kurzzeitig zum Einlesen falscher Werte der ersten Baugruppe kommen. Dies wird durch die Verwendung von Seriendioden wie in Bild F.1 dargestellt verhindert.	
X	X		DI32xDC 24 V	6ES7 321–1BL00–0AA0
			Bei bestimmten Anlagenzuständen kann es während des Ziehens des Frontsteckers der zweiten Baugruppe kurzzeitig zum Einlesen falscher Werte der ersten Baugruppe kommen. Dies wird durch die Verwendung von Seriendioden wie in Bild F.2 dargestellt verhindert.	
X	X		DI 8xAC 120/230V	6ES7 321–1FF01–0AA0
X	X		DI 4xNamur [EEx ib]	6ES7 321–7RD00–0AB0

Kanal-gruppen-granular (V5.x)	Bau-gruppen-granular (V3.x)	Kanal-granular (V 4.x)	Baugruppe	Bestellnummer
			Sie können die Baugruppe im redundanten Betrieb nicht für Ex–Anwendungen einsetzen. Einsatz mit nicht redundantem Geber • Sie können ausschließlich 2–Draht–NAMUR– Geber bzw. Kontaktgeber anschließen. • Ein Potentialausgleich des Geberkreises sollte nur von einem Punkt (sinnvoll Geber–Minus) aus erfolgen. • Vergleichen Sie bei Auswahl der Geber deren Eigenschaften mit der spezifizierten Eingangscharakteristik. Beachten Sie, dass die Funktion sowohl mit einem als auch mit zwei Eingängen gewährleistet sein muss. Bei NAMUR–Gebern gilt so z.B. für den "0"–Strom > 0,2 mA; für den "1"–Strom > 4,2 mA.	
X	X		DI 16xNamur	6ES7321–7TH00–0AB0
			Einsatz mit nicht redundantem Geber • Ein Potentialausgleich des Geberkreises sollte nur von einem Punkt (sinnvoll Geber–Minus) aus erfolgen. • Betreiben Sie die beiden redundanten Baugruppen an einer gemeinsamen Laststromversorgung. • Vergleichen Sie bei Auswahl der Geber deren Eigenschaften mit der spezifizierten Eingangscharakteristik. Beachten Sie, dass die Funktion sowohl mit einem als auch mit zwei Eingängen gewährleistet sein muss. Bei NAMUR–Gebern gilt so z.B. für den "0"–Strom > 0,7 mA; für den "1"–Strom > 4,2mA.	
X	X		DI 24xDC 24 V	6ES7326–1BK00–0AB0
			F–Baugruppe im Standardbetrieb	
X	X		DI 8xNAMUR [EEx ib]	6ES7326–1RF00–0AB0
			F–Baugruppe im Standardbetrieb	
Zentral: Redundante DO zweikanalig				
X	X		DO 32xDC 24V/0,5A	6ES7422–7BL00–0AB0
			Eine eindeutige Auswertung der Diagnosen "P-Kurzschluss", " M-Kurzschluss " und Drahtbruch ist nicht möglich. Wählen Sie diese bei der Projektierung einzeln ab.	
X	X		DO 16xAC 120/230V/2A	6ES7422–1FH00–0AA0
Dezentral: Redundante DO zweikanalig				
X	X		DO8xDC 24 V/0,5 A	6ES7322–8BF00–0AB0
			Eine eindeutige Auswertung der Diagnosen "P–Kurzschluss" und Drahtbruch ist nicht möglich. Wählen Sie diese bei der Projektierung einzeln ab.	
X	X		DO8xDC 24 V/2 A	6ES7322–1BF01–0AA0
X	X		DO32xDC 24 V/0.5 A	6ES7322–1BL00–0AA0
X	X		DO8xAC 120/230 V/2 A	6ES7322–1FF01–0AA0
X	X		DO 4x24 V/10 mA [EEx ib]	6ES7322–5SD00–0AB0
			Sie können die Baugruppe im redundanten Betrieb nicht für Ex–Anwendungen einsetzen.	
X	X		DO 4x24 V/10 mA [EEx ib]	6ES7322–5RD00–0AB0
			Sie können die Baugruppe im redundanten Betrieb nicht für Ex–Anwendungen einsetzen.	
X	X	X	DO 16xDC 24 V/0,5 A	6ES7322–8BH01–0AB0

Kanal-gruppen-granular (V5.x)	Bau-gruppen-granular (V3.x)	Kanal-granular (V 4.x)	Baugruppe	Bestellnummer
			• Ein Potentialausgleich des Lastkreises sollte nur von einem Punkt (sinnvoll Last–Minus) aus erfolgen. • Die Diagnose der Kanäle ist nicht möglich.	
X	X	X	DO 16xDC 24 V/0,5 A	6ES7322–8BH10–0AB0
			• Ein Potentialausgleich des Lastkreises sollte nur von einem Punkt (sinnvoll Last–Minus) aus erfolgen. • Die Diagnose der Kanäle ist nicht möglich.	
X	X	X	DO 10xDC 24 V/2 A ab Erzeugnisstand 3	6ES7326–2BF01–0AB0
			Eingänge und Ausgänge müssen jeweils dieselbe Adresse haben.	
Zentral: Redundante AI zweikanalig				
X	X		AI 16x16Bit	6ES7431–7QH00–0AB0
			Einsatz bei Spannungsmessung • Weder bei Betrieb der Baugruppen mit Messumformern noch beim Anschluss von Thermoelementen darf die Diagnose "Drahtbruch" in HW–Konfig aktiviert werden. Einsatz bei indirekter Strommessung • Die Abbildung des Stromes auf eine Spannung kann über einen Widerstand von 50 Ohm (Messbereich +/- 1V) oder von 250 Ohm (Messbereich 1 - 5 V) erfolgen, siehe Bild 10-9. Die Toleranz des Widerstandes ist zum Baugruppenfehler zu addieren. Einsatz bei direkter Strommessung • geeignete Z-Diode BZX85C6v2 • Bürdenfähigkeit für 4–Draht–Messumformer: R_B > 325 Ohm (ermittelt für den ungünstigsten Fall: 1 Eingang + 1 Z–Diode bei S7–Übersteuerungswert 24mA nach $R_B = (R_E * I_{max} + U_{z\,max}) / I_{max})$ • Eingangsspannung der Schaltung bei Betrieb mit 2–Draht–Messumformer: $U_{e-2Dr} < 8$ V (ermittelt für den ungünstigsten Fall: 1 Eingang + 1 Z–Diode bei S7–Übersteuerungswert 24mA nach $U_{e-2Dr} = R_E * I_{max} + U_{z\,max})$ **Hinweis:** Die Schaltung in Bild 10–10 funktioniert nur mit aktiven (4–Draht–) Messumformern oder fremdgespeisten passiven (2–Draht–) Messumformern. Die Kanäle der Baugruppe sind immer als "4–Draht–Messumformer" zu parametrieren; der Messbereichswürfel muss sich in Stellung "C" befinden. Eine Speisung der Messumformer über die Baugruppe (2DMU) ist nicht möglich.	

Kanal-gruppen-granular (V5.x)	Bau-gruppen-granular (V3.x)	Kanal-granular (V 4.x)	Baugruppe	Bestellnummer
Dezentral: Redundante AI zweikanalig				
X	X		AI8x12Bit	6ES7331–7KF02–0AB0
			Einsatz bei Spannungsmessung • Weder bei Betrieb der Baugruppen mit Messumformern noch beim Anschluss von Thermoelementen darf die Diagnose "Drahtbruch" in HW–Konfig aktiviert werden. Einsatz für indirekte Strommessung • Bei Ermittlung des Messfehlers bitte beachten: Der Gesamt–Eingangswiderstand reduziert sich bei Betrieb zweier parallel geschalteter Eingänge bei Messbereichen > 2,5 V von nominell 100 kOhm auf 50 kOhm. • Weder bei Betrieb der Baugruppen mit Messumformern noch beim Anschluss von Thermoelementen darf die Diagnose "Drahtbruch" in HW–Konfig aktiviert werden. • Die Abbildung des Stromes auf eine Spannung kann über einen Widerstand von 50 Ohm (Messbereich +/- 1V) oder von 250 Ohm (Messbereich 1 - 5 V) erfolgen, siehe Bild 10-9. Die Toleranz des Widerstandes ist zum Baugruppenfehler zu addieren. • Diese Baugruppe ist für direkte Strommessung nicht geeignet Einsatz redundanter Geber: • Der Einsatz eines redundanten Gebers ist bei folgenden Spannungseinstellungen möglich: +/- 80 mV (nur ohne Drahtbruchüberwachung) +/- 250 mV (nur ohne Drahtbruchüberwachung) +/- 500 mV (Drahtbruchüberwachung nicht projektierbar) +/- 1 V (Drahtbruchüberwachung nicht projektierbar) +/- 2,5 V (Drahtbruchüberwachung nicht projektierbar) +/- 5 V (Drahtbruchüberwachung nicht projektierbar) +/- 10 V (Drahtbruchüberwachung nicht projektierbar) 1...5 V (Drahtbruchüberwachung nicht projektierbar)	
X	X	X	AI 8x16Bit	6ES7 331–7NF00–0AB0
			Einsatz bei Spannungsmessung • Bei Betrieb der Baugruppen mit Messumformern darf die Diagnose "Drahtbruch" in HW–Konfig nicht aktiviert werden. Einsatz bei indirekter Strommessung • Achten Sie bei indirekter Strommessung auf eine zuverlässige Verbindung zwischen den Fühlerwiderständen und den eigentlichen Eingängen, da bei Drahtbruch einzelner Leitungen dieser Verbindung eine sichere Drahtbrucherkennung nicht gewährleistet ist. • Die Abbildung des Stromes auf eine Spannung kann über einen Widerstand von 250 Ohm (Messbereich 1 - 5 V) erfolgen, siehe Bild 10-9. Einsatz bei direkter Strommessung • geeignete Z–Diode: BZX85C8v2 • schaltungsbedingter zusätzlicher Fehler: bei Ausfall der einen Baugruppe kann die andere plötzlich einen um ca. 0,1% vergrößerten Fehler aufweisen • Bürdenfähigkeit für 4–Draht–Messumformer: R_B > 610 Ohm (ermittelt für den ungünstigsten Fall: 1 Eingang + 1 Z–Diode bei S7–Übersteuerungswert 24 mA nach $R_B = (R_E * I_{max} + U_{z\,max}) / I_{max})$ • Eingangsspannung der Schaltung bei Betrieb mit 2–Draht–Messumformer: $U_{e\text{-}2Dr} <$ 15 V (ermittelt für den ungünstigsten Fall: 1 Eingang + 1 Z–Diode bei S7–Übersteuerungswert 24 mA nach $U_{e\text{-}2Dr} = R_E * I_{max} + U_{z\,max}$)	

Kanal-gruppen-granular (V5.x)	Bau-gruppen-granular (V3.x)	Kanal-granular (V 4.x)	Baugruppe	Bestellnummer
X	X		AI 8x16Bit	6ES7 331–7NF10–0AB0
			Einsatz bei Spannungsmessung • Weder bei Betrieb der Baugruppen mit Messumformern noch beim Anschluss von Thermoelementen darf die Diagnose "Drahtbruch" in HW–Konfig aktiviert werden. Einsatz bei indirekter Strommessung • Die Abbildung des Stromes auf eine Spannung kann über einen Widerstand von 250 Ohm (Messbereich 1 - 5 V) erfolgen, siehe Bild 10-9. Einsatz bei direkter Strommessung • geeignete Z–Diode: BZX85C8v2 • Bürdenfähigkeit für 4–Draht–Messumformer: R_B > 610 Ohm (ermittelt für den ungünstigsten Fall: 1 Eingang + 1 Z–Diode bei S7–Übersteuerungswert 24 mA nach $R_B = (R_E * I_{max} + U_{z\,max}) / I_{max}$) • Eingangsspannung der Schaltung bei Betrieb mit 2–Draht–Messumformer: U_{e-2Dr} < 15 V (ermittelt für den ungünstigsten Fall: 1 Eingang + 1 Z–Diode bei S7–Übersteuerungswert 24 mA nach $U_{e-2Dr} = R_E * I_{max} + U_{z\,max}$)	
X	X		AI 6xTC 16Bit iso, 6ES7331-7PE10-0AB0	6ES7331-7PE10-0AB0
			Achtung: Sie dürfen diese Baugruppe nur mit redundanten Gebern einsetzen. Sie können diese Baugruppe einsetzen ab der Version 3.5 des FB 450 "RED_IN" in der Bibliothek "Redundant IO MGP" und Version 5.8 des FB 450 "RED_IN" in der Bibliothek "Redundant IO CGP" V50 . Dieser FB ist enthalten in STEP7 ab V 5.4.4 HF6. Beachten Sie beim Messen von Temperaturen mit Thermoelementen und parametrierter Redundanz folgendes: Der im Register "Redundanz" unter "Toleranzfenster" angegebene Wert bezieht sich immer auf 2764,8 Grad Celsius. So wird z. B. aufgrund der Eingabe von "1" auf eine Toleranz von 27 Grad oder bei der Eingabe von "5" auf eine Toleranz von 138 Grad überprüft. Im redundanten Betrieb ist kein FW-Update möglich. Im redundanten Betrieb ist keine Online-Kalibrierung möglich. Einsatz bei Spannungsmessung • Bei Betrieb der Baugruppen mit Thermoelementen darf die Diagnose "Drahtbruch" in HW–Konfig nicht aktiviert werden. Einsatz bei indirekter Strommessung • Auf Grund des maximalen Spannungsbereiches +/- 1 V kann die indirekte Strommessung ausschließlich über einen Widerstand von 50 Ohm durchgeführt werden. Eine systemkonforme Abbildung ist nur möglich für den Bereich +/- 20 mA.	

Kanal-gruppen-granular (V5.x)	Bau-gruppen-granular (V3.x)	Kanal-granular (V 4.x)	Baugruppe	Bestellnummer
X	X		AI 4x15Bit [EEx ib]	6ES7331-7RD00-0AB0
			Sie können die Baugruppe im redundanten Betrieb nicht für Ex-Anwendungen einsetzen. Diese Baugruppe ist für indirekte Strommessung nicht geeignet. Einsatz bei direkter Strommessung • Geeignete Z–Diode BZX85C6v2 • Bürdenfähigkeit für 4–Draht–Messumformer: RB > 325 Ohm ermittelt für den ungünstigsten Fall: 1 Eingang + 1 Z-Diode bei S7–Übersteuerungswert 24 mA nach RB = (RE * I_{max} + $U_{z\ max}$) / I_{max} • Eingangsspannung für 2–Draht–Messumformer: Ue–2Dr < 8 V ermittelt für den ungünstigsten Fall: 1 Eingang + 1 Z–Diode bei S7–Übersteuerungswert 24 mA nach Ue–2Dr = RE * I_{max} + $U_{z\ max}$ **Hinweis:** Sie können ausschließlich 2–Draht–Messumformer mit externer Versorgung über 24 V oder 4–Draht–Messumformer anschließen. Die eingebaute Messumformerspeisung ist in der Schaltung gemäß Bild 8–10 nicht verwendbar, da deren Ausgangsspannung nur 13 V beträgt und so für den Messumformer im ungünstigsten Fall nur 5 V zur Verfügung stehen würden.	
X	X		AI 6x13Bit	6ES7 336–1HE00–0AB0
			F–Baugruppe im Standardbetrieb	
X	X	X	AI 8x0/4...20mA HART	6ES7 331–7TF01-0AB0
			Im redundanten Betrieb ist kein FW-Update möglich. Im redundanten Betrieb ist keine Online-Kalibrierung möglich. Siehe Handbuch *Dezentrales Peripheriegerät ET 200M; HART-Analogbaugruppen*	
Dezentral: Redundante AO zweikanalig				
X	X		AO4x12 Bit	6ES7332–5HD01–0AB0
X	X	X	AO8x12 Bit	6ES7332–5HF00–0AB0
X	X		AO4x0/4...20 mA [EEx ib]	6ES7332–5RD00–0AB0
			Sie können die Baugruppe im redundanten Betrieb nicht für Ex–Anwendungen einsetzen.	
X	X	X	AO 8x0/4...20mA HART	6ES7 332–8TF01-0AB0
			Im redundanten Betrieb ist kein FW-Update möglich. Im redundanten Betrieb ist keine Online-Kalibrierung möglich. Im Falle der Passivierung oder bei STOP der CPU gibt diese Baugruppe einen Mindeststrom von ca. 240 µA aus. Siehe Handbuch *Dezentrales Peripheriegerät ET 200M; HART-Analogbaugruppen*	

ACHTUNG

Für F–Baugruppen müssen Sie das F–ConfigurationPack installiert haben.
Das F-ConfigurationPack können Sie kostenfrei aus dem Internet laden.
Sie finden es beim Customer Support
unter: http://www.siemens.com/automation/service&support.

Qualitätsstufen beim redundanten Aufbau von Signalbaugruppen

Die Verfügbarkeit von Baugruppen im Fehlerfall ist abhängig von deren Diagnosemöglichkeiten und der Feingranularität der Kanäle.

Einsatz von Digitaleingabebaugruppen als redundante Peripherie

Bei der Projektierung der Digitaleingabebaugruppen für den redundanten Betrieb haben Sie folgende Parameter festgelegt:

- Diskrepanzzeit (maximal zulässige Zeit, in der die redundanten Eingangssignale unterschiedlich sein dürfen). Die eingestellte Diskrepanzzeit muss ein Vielfaches der Aktualisierungszeit des Prozessabbildes und damit auch der Grundwandlungszeit der Kanäle sein.
  Wenn eine Diskrepanz der Eingangswerte auch nach Ablauf der projektierten Diskrepanzzeit noch besteht, liegt ein Fehler vor.
- Reaktion auf eine Diskrepanz der Eingangswerte

Zunächst werden die Eingangssignale der jeweils zueinander redundanten Baugruppen auf Gleichheit überprüft. Bei Übereinstimmung der Werte wird der einheitliche Wert auf den niederen Speicherbereich des Prozessabbilds der Eingänge geschrieben. Liegt eine Diskrepanz vor, dann wird bei einer Erstdiskrepanz dies entsprechend markiert und die Diskrepanzzeit wird gestartet.

Während die Diskrepanzzeit abläuft wird der letzte gemeinsame, also nicht diskrepante Wert, in das Prozessabbild der Baugruppe mit der niederen Adresse geschrieben. Diese Prozedur wiederholt sich solange, bis die Werte innerhalb der Diskrepanzzeit wieder einheitlich sind oder bis die Diskrepanzzeit eines Bits abgelaufen ist.

Wenn die Diskrepanz nach Ablauf der projektierten Diskrepanzzeit noch besteht, liegt ein Fehler vor.

Die Lokalisierung der defekten Seite wird nach folgender Strategie durchgeführt:

1. Während die Diskrepanzzeit abläuft wird als Ergebnis der letzte gleiche Wert beibehalten.
2. Nach Ablauf der Diskrepanzzeit wird folgende Fehlermeldung ausgegeben:
   Fehlernummer 7960: "Redundante Peripherie: Diskrepanzzeit bei Digitaleingang abgelaufen, Fehler noch nicht lokalisiert". Es erfolgt weder eine Passivierung noch ein Eintrag in das statische Fehlerabbild. Bis der nächste Signalwechsel erfolgt, wird die projektierte Reaktion nach Ablauf der Diskrepanz ausgeführt.
3. Kommt es nun zu einem weiteren Signalwechsel, so ist die Baugruppe/der Kanal, bei der der Signalwechsel aufgetreten ist, die intakte Baugruppe/der intakte Kanal und die andere Baugruppe/der andere Kanal wird passiviert.

ACHTUNG
Die Zeit, die das System tatsächlich benötigt um eine Diskrepanz festzustellen, hängt von verschiedenen Faktoren ab: Buslaufzeiten, Zyklus– und Aufrufzeiten des Anwenderprogramms, Wandlungszeiten etc. Deshalb kann es vorkommen, dass redundante Eingangssignale länger als die projektierte Diskrepanzzeit unterschiedlich sind.

Diagnosefähige Baugruppen werden auch durch Aufruf des OB 82 passiviert.

Einsatz redundanter Digitaleingabebaugruppen mit nicht redundanten Gebern

Mit nicht redundanten Gebern setzen Sie Digitaleingabebaugruppen in 1–von–2–Struktur ein:

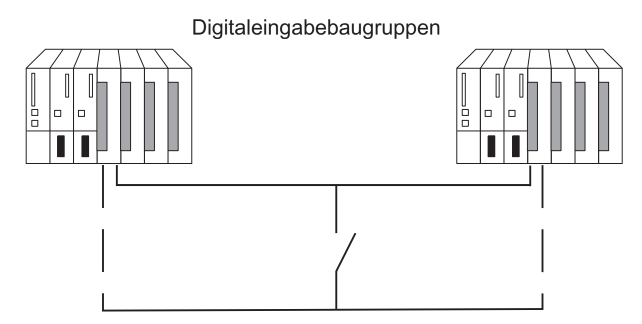


Bild 10-6 Hochverfügbare Digitaleingabebaugruppe in 1–von–2–Struktur bei einem Geber

Durch die Redundanz der Digitaleingabebaugruppen wird ihre Verfügbarkeit erhöht.

Durch Diskrepanzanalyse werden "Ständig–1–" und "Ständig–0–Fehler" der Digitaleingabebaugruppen erkannt. Ständig–1 Fehler bedeutet, am Eingang liegt ständig der Wert 1 an, Ständig–0 Fehler bedeutet, der Eingang ist spannungslos. Ursachen können z.B. ein Kurzschluss nach L+ bzw. nach M sein.

Zwischen dem Geber und den Baugruppen muss eine möglichst stromlose Masseverdrahtung bestehen.

Beim Anschluss eines Gebers an mehrere Digitaleingabebaugruppen müssen die redundanten Baugruppen dasselbe Bezugspotential haben.

Wenn Sie einen Baugruppentausch im Betrieb durchführen wollen und nicht redundante Geber einsetzen, so müssen Sie Entkopplungsdioden verwenden.

Verschaltungsbeispiele finden Sie im Anhang Verschaltungsbeispiele für redundante Peripherie (Seite 349).

Hinweis

Beachten Sie, dass Näherungsschalter (Beros) den Strom für die Kanäle beider Digitaleingabebaugruppen liefern müssen. Die technischen Daten der jeweiligen Baugruppen geben aber nur den nötigen Strom pro Eingang an.

Einsatz redundanter Digitaleingabebaugruppen mit redundanten Gebern

Mit redundanten Gebern setzen Sie Digitaleingabebaugruppen in 1–von–2–Struktur ein:

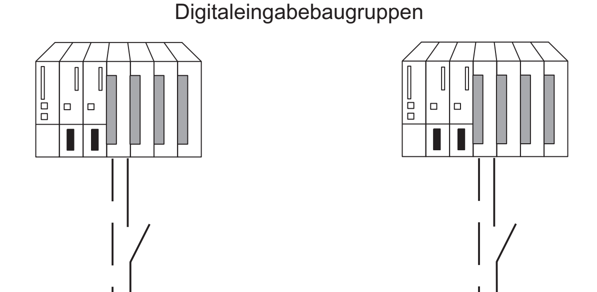


Bild 10-7 Hochverfügbare Digitaleingabebaugruppen in 1–von–2–Struktur bei 2 Gebern

Durch die Redundanz der Geber wird auch deren Verfügbarkeit erhöht. Durch Diskrepanzanalyse werden alle Fehler erkannt - bis auf den Ausfall einer nicht redundanten Lastspannungsversorgung. Zur weiteren Erhöhung der Verfügbarkeit können Sie die Lastspannungsversorgung redundant auslegen.

Verschaltungsbeispiele finden Sie im Anhang Verschaltungsbeispiele für redundante Peripherie (Seite 349).

Redundante Digitalausgabebaugruppen

Die hochverfügbare Ansteuerung eines Stellglieds erreichen Sie, indem Sie zwei Ausgänge von zwei Digitalausgabebaugruppen oder fehlersicheren Digitalausgabebaugruppen parallel schalten (1–von–2–Struktur) .

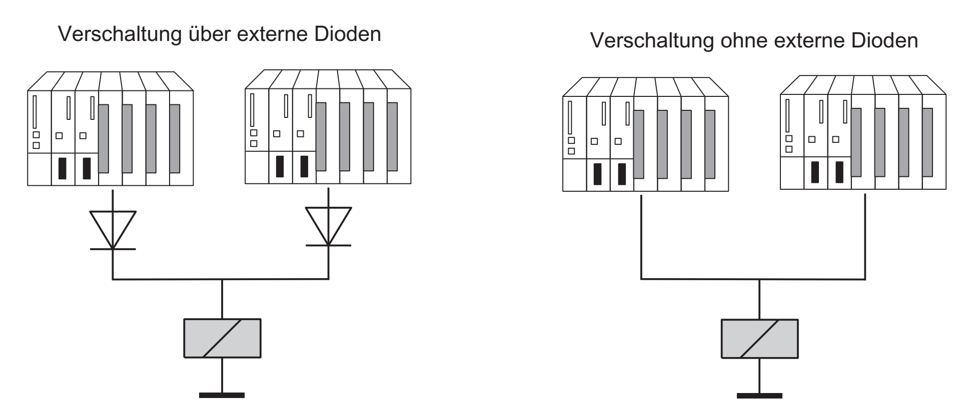


Bild 10-8 Hochverfügbare Digitalausgabebaugruppen in 1–von–2–Struktur

Die Digitalausgabebaugruppen müssen eine gemeinsame Lastspannungsversorgung haben.

Verschaltungsbeispiele finden Sie im Anhang Verschaltungsbeispiele für redundante Peripherie (Seite 349).

Verschaltung über externe Dioden <-> ohne externe Dioden

Nachfolgende Tabelle listet auf, welche Digitalausgabebaugruppen Sie im redundanten Betrieb über externe Dioden verschalten:

Tabelle 10- 3 Digitalausgabebaugruppen über/ohne Dioden verschalten

Baugruppe	über Dioden	ohne Dioden
6ES7 422–7BL00–0AB0	X	-
6ES7 422–1FH00–0AA0	-	X
6ES7 326–2BF01–0AB0	X	X
6ES7 322–1BL00–0AA0	X	-
6ES7 322–1BF01–0AA0	X	-
6ES7 322–8BF00–0AB0	X	X
6ES7 322–1FF01–0AA0	-	X
6ES7 322–8BH01–0AB0	-	X
6ES7 322–8BH10–0AB0	-	X
6ES7 322–5RD00–0AB0	X	-
6ES7 322–5SD00–0AB0	X	-

Hinweise für die Beschaltung über Dioden

- Als Dioden eignen sich Dioden mit U_r >=200 V und I_F >= 1 A (z.B. Typen aus der Reihe 1N4003 ... 1N4007).
- Sinnvoll ist eine Trennung von Baugruppen–Masse und Masse der Last. Zwischen beiden muss ein Potentialausgleich bestehen

Einsatz von Analogeingabebaugruppen als redundante Peripherie

Bei der Projektierung der Analogleingabebaugruppen für den redundanten Betrieb haben Sie folgende Parameter festgelegt:

- Toleranzfenster (wird in Prozent des Endwertes des Messbereichs projektiert)
  Zwei Analogwerte sind gleich, wenn sie innerhalb des Toleranzfensters liegen.
- Diskrepanzzeit (maximal zulässige Zeit, in der die redundanten Eingangssignale ausserhalb des Toleranzfensters liegen dürfen). Die eingestellte Diskrepanzzeit muss ein Vielfaches der Aktualisierungszeit des Prozessabbildes und damit auch der Grundwandlungszeit der Kanäle sein.
  Wenn eine Diskrepanz der Eingangswerte auch nach Ablauf der projektierten Diskrepanzzeit noch besteht, liegt ein Fehler vor.
  Wenn Sie an beiden Analogeingabebaugruppen identische Sensoren anschließen, dann wird in der Regel der Default–Wert der Diskrepanzzeit ausreichen. Wenn sie verschiedene Sensoren einsetzen werden Sie - insbesondere bei Temperatursensoren - die Diskrepanzzeit vergrößern müssen.
- Übernahmewert
  Der Übernahmewert ist derjenige der beiden Analogeingabewerte, der ins Anwenderprogramm übernommen wird.

Es wird überprüft ob beide eingelesenen Analogwerte in dem projektierten Toleranzfenster liegen. Trifft dies zu, dann wird der Übernahmewert auf den niederen Speicherbereich des Prozessabbilds der Eingänge geschrieben. Liegt eine Diskrepanz vor, dann wird bei einer Erstdiskrepanz dies entsprechend markiert und die Diskrepanzzeit wird gestartet.

Während einer laufenden Diskrepanz wird der letzte gültige Wert auf das Prozessabbild der Baugruppe mit der niederen Adresse geschrieben und dem laufenden Prozess zur Verfügung gestellt. Ist die Diskrepanzzeit abgelaufen wird die Baugruppe/der Kanal mit dem projektierten Einheitswert für gültig erklärt und die andere Baugruppe/der andere Kanal wird passiviert. Wurde als Einheitswert der maximale Wert von beiden Baugruppen parametriert, dann wird dieser Wert für die weitere Programmbearbeitung genommen und die andere Baugruppe/der andere Kanal wird passiviert. Ist der minimale Wert projektiert, wird diese Baugruppe/dieser Kanal die Daten für den Prozess liefern und die Baugruppe mit dem maximalen Wert wird passiviert. In jedem Fall wird in den Diagnosepuffer eingetragen, welche der Baugruppen/welcher Kanäle passiviert wurde.

Verschwindet die Diskrepanz innerhalb der Diskrepanzzeit, so erfolgt weiterhin eine Analyse der redundanten Eingangssignale.

ACHTUNG
Die Zeit, die das System tatsächlich benötigt um eine Diskrepanz festzustellen, hängt von verschiedenen Faktoren ab: Buslaufzeiten, Zyklus– und Aufrufzeiten des Anwenderprogramms, Wandlungszeiten etc. Deshalb kann es vorkommen, dass redundante Eingangssignale länger als die projektierte Diskrepanzzeit unterschiedlich sind.

Hinweis

Meldet ein Kanal einen Überlauf mit 16#7FFF oder einen Unterlauf mit 16#8000 wird keine Diskrepanzanalyse durchgeführt. Die betroffene Baugruppe/Kanal wird sofort passiviert.

Deaktivieren Sie deshalb nicht beschaltete Eingänge in HW–Config über den Parameter "Messart".

Redundante Analogeingabebaugruppen mit nicht redundantem Geber

Bei nicht redundantem Geber werden Analogeingabebaugruppen in 1–von–2–Struktur eingesetzt:

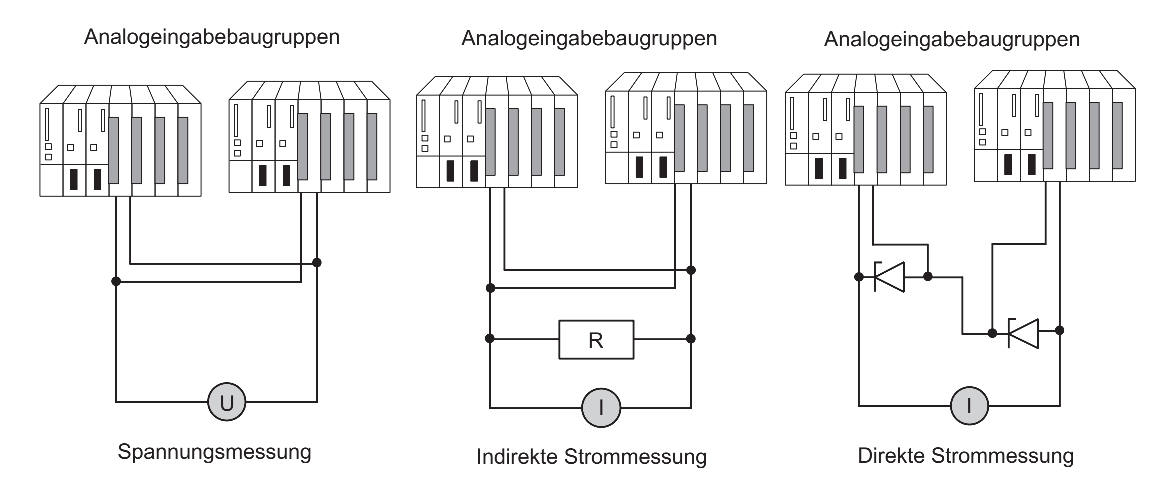


Bild 10-9 Hochverfügbare Analogeingabebaugruppen in 1–von–2–Struktur mit einem Geber

Beim Anschluss eines Gebers an mehrere Analogeingabebaugruppen müssen Sie folgendes beachten:

- Schalten Sie bei Spannungsgebern die Analogeingabebaugruppen parallel (Abbildung links).
- Sie können einen Strom mit Hilfe einer externen Bürde in eine Spannung umwandeln, damit Sie parallel geschaltete Spannungs–Analogeingabebaugruppen verwenden können (Abbildung Mitte).
- 2–Draht–Messumformer werden extern gespeist, damit Sie die Baugruppe Online reparieren können.

Durch die Redundanz der fehlersicheren Analogeingabebaugruppen wird ihre Verfügbarkeit erhöht.

Verschaltungsbeispiele finden Sie im Anhang Verschaltungsbeispiele für redundante Peripherie (Seite 349).

Redundante Analogeingabebaugruppen für indirekte Strommessung

Für die Beschaltung der Analogeingabebaugruppen gilt folgendes:

- Als Geber für diese Schaltung eignen sich aktive Messumformer mit Spannungsausgang und Thermoelemente
- Weder bei Betrieb der Baugruppen mit Messumformern noch beim Anschluss von Thermoelementen darf die Diagnose "Drahtbruch" in HW–Konfig aktiviert werden.
- Geeignete Gebertypen sind aktive 4–Draht– und passive 2–Draht–Messumformer mit Ausgangsbereichen +/-20mA, 0...20mA und 4...20mA. 2–Draht–Messumformer werden über eine externe Hilfsspannung versorgt.
- Die Auswahl von Widerstand und Eingangsspannungsbereich erfolgt nach den Kriterien Messgenauigkeit, Zahlenformat, maximale Auflösung und mögliche Diagnose

- Zusätzlich zu den aufgeführten Möglichkeiten sind nach dem ohmschen Gesetz auch andere Eingangswiderstands–/spannungskombinationen möglich. Beachten Sie aber, dass dann u.U. Zahlenformat, Diagnosemöglichkeit und Auflösung verloren gehen. Ebenso ist bei einigen Baugruppen der Messfehler stark von der Größe des Messwiderstandes abhängig.
- Verwenden Sie als Messwiderstand einen Typ mit einer Toleranz +/- 0,1% und TK 15ppm.

Zusätzliche Randbedingungen für einzelne Baugruppen

AI 8x12bit 6ES7 331–7K..02–0AB0

- Die Abbildung des Stromes auf eine Spannung kann über einen Widerstand von 50 Ohm oder 250 Ohm erfolgen:

Widerstand	50 Ohm	250 Ohm	
Strommessbereich	+/-20mA	+/-20mA *)	4...20mA
zu parametrierender Eingangsbereich	+/-1V	+/-5V	1...5V
Messbereichswürfelstellung	"A"	"B"	
Auflösung	12bit+Vorzeichen	12bit+Vorzeichen	12bit
S7-Zahlenformat	x	x	
schaltungsbedingter Messfehler - 2 parallele Eingänge - 1 Eingang	- -	0,5% 0,25%	
Diagnose "Drahtbruch"	-	-	x *)
Bürde für 4–Draht–Messumformer	50 Ohm	250 Ohm	
Eingangsspannung für 2–Draht–Messumformer	> 1,2 V	> 6 V	
*) Die AI 8x12bit liefert Diagnosealarm und Messwert "7FFF" bei Drahtbruch			

Der aufgelistete Messfehler resultiert allein aus der Verschaltung eines oder zweier Spannungseingänge mit einem Messwiderstand. Weder dessen Toleranz noch die Grund-/ Gebrauchsfehlergrenzen der Baugruppen sind hierbei berücksichtigt.

Der Messfehler für ein oder zwei Eingänge zeigt den Unterschied im Messergebnis je nachdem ob zwei Eingänge oder im Fehlerfall nur ein Eingang den Strom des Messumformers erfasst.

AI 8x16bit 6ES7 331–7NF00–0AB0

- Die Abbildung des Stromes auf eine Spannung kann über einen Widerstand von 250 Ohm erfolgen:

Widerstand	250 Ohm *)	
Strommessbereich	+/-20mA	4...20mA
zu parametrierender Eing.Bereich	+/-5V	1...5V
Auflösung	15bit+Vz	15bit
S7-Zahlenformat	x	
schaltungsbed. Messfehler - 2 parallele Eingänge - 1 Eingang	- -	
Diagnose "Drahtbruch"	-	x
Bürde für 4–Draht–Messumformer	250 Ohm	
Eingangsspannung für 2–Draht–Messumformer	>6V	
*) evtl. können die frei verschaltbaren baugruppeninternen 250 Ohm–Widerstände genutzt werden		

AI 16x16bit 6ES7 431–7QH00–0AB0

- Die Abbildung des Stromes auf eine Spannung kann über einen Widerstand von 50 Ohm oder 250 Ohm erfolgen:

Widerstand	50 Ohm	250 Ohm	
Strommessbereich	+/-20mA	+/-20mA	4...20mA
zu parametr. Eing.Bereich	+/-1V	+/-5V	1...5V
Messbereichswürfelstellung	"A"	"A"	
Auflösung	15bit + Vz	15bit+Vz	15bit
S7-Zahlenformat	x	x	
schaltungsbed. Messfehler 1) - 2 parallele Eingänge - 1 Eingang	- -	- -	
Diagnose "Drahtbruch"	-	-	x
Bürde für 4–Draht–Messumformer	50 Ohm	250 Ohm	
Eingangsspannung für 2–Draht–Messumformer	>1,2V	>6V	

Redundante Analogeingabebaugruppen für direkte Strommessung

Für die Beschaltung der Analogeingabebaugruppen entsprechend Bild 8–10 gilt folgendes:

- Geeignete Gebertypen sind aktive 4–Draht– und passive 2–Draht–Messumformer mit Ausgangsbereichen +/-20mA, 0...20mA und 4...20mA. 2–Draht–Messumformer werden über eine externe Hilfsspannung versorgt.
- Wollen Sie die Diagnose "Drahtbruch" verwenden, ist nur der Eingangsbereich 4...20 mA möglich. Alle anderen unipolaren oder bipolaren Bereiche scheiden in diesem Fall aus.

- Als Dioden sind z.B. die Typ–Familien BZX85 oder 1N47..A (Z–Dioden 1,3W) mit der unter den Baugruppen angegebenen Spannung geeignet. Achten Sie bei der Auswahl anderer Elemente auf einen möglichst geringen Sperrstrom.
- Als prinzipieller Messfehler ergibt sich bei dieser Schaltungsart und den benannten Dioden aufgrund des Sperrstromes maximal 1µA. Dieser Wert führt im 20 mA–Bereich und bei 16 bit Auflösung zu einer Verfälschung von < 2bit. Einzelne Analogeingaben erbringen in obiger Schaltung einen zusätzlichen Fehler, welcher ggf. unter den Randbedingungen aufgeführt ist. Bei allen Baugruppen addieren sich zu diesen Fehlern die im Handbuch spezifizierten Fehlerangaben.
- Die verwendeten 4–Draht–Messumformer müssen in der Lage sein, die aus obiger Schaltung resultierende Bürde zu treiben. Angaben hierzu stehen unter den Randbedingungen der einzelnen Baugruppen
- Beachten Sie beim Anschluss von 2–Draht–Messumformern, dass die Z–Diodenschaltung in die Versorgungsbilanz des Messumformers stark eingeht. Unter den Randbedingungen der einzelnen Baugruppen werden deshalb die notwendige Eingangsspannungen angegeben. Zusammen mit der, dem Datenblatt des Messumformers zu entnehmenden Angabe für die Eigenversorgung errechnet sich die minimale Versorgungsspannung nach $L+ > U_{e\text{-}2Dr} + U_{EV\text{-}MU}$

Redundante Analogeingabebaugruppen mit redundanten Gebern

Bei zweifach redundantem Geber werden vorzugsweise fehlersichere Analogeingabebaugruppen in 1–von–2–Struktur eingesetzt:

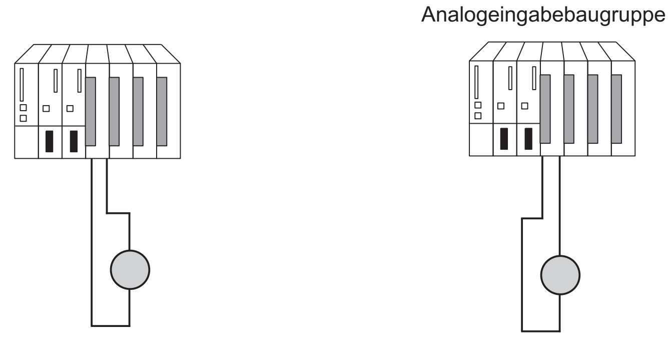


Bild 10-10 Hochverfügbare Analogeingabebaugruppen in 1–von–2–Struktur mit zwei Gebern

Durch die Redundanz der Geber wird auch deren Verfügbarkeit erhöht.

Durch Diskrepanzanalyse werden auch externe Fehler erkannt - bis auf den Ausfall einer nicht redundanten Lastspannungsversorgung.

Verschaltungsbeispiele finden Sie im Anhang Verschaltungsbeispiele für redundante Peripherie (Seite 349).

Es gelten die eingangs aufgeführten allgemeinen Bemerkungen

Redundante Geber <-> nicht redundante Geber

Nachfolgende Tabelle listet auf, welche Analogeingabebaugruppen Sie im redundanten Betrieb mit redundanten bzw. nicht redundanten Gebern einsetzen können:

Tabelle 10- 4 Analogeingabebaugruppen und Geber

Baugruppe	Redundante Geber	Nicht redundante Geber
6ES7 431–7QH00–0AB0	X	X
6ES7 336–1HE00–0AB0	X	-
6ES7 331–7KF02–0AB0	X	X
6ES7 331–7NF00–0AB0	X	X
6ES7 331–7RD00–0AB0	X	X

Redundante Analogausgabebaugruppen

Die hochverfügbare Ansteuerung eines Stellglieds erreichen Sie, indem Sie zwei Ausgänge von zwei Analogausgabebaugruppen parallel schalten (1von2–Struktur)

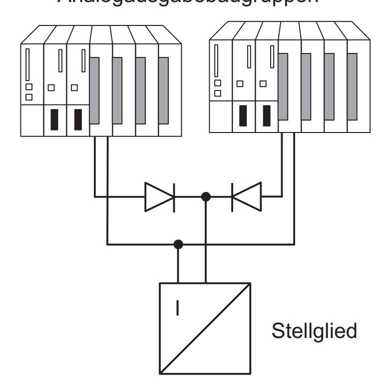


Bild 10-11 Hochverfügbare Analogausgabebaugruppen in 1von2–Struktur

Für die Beschaltung der Analogausgabebaugruppen gilt folgendes:

- Führen Sie die Masseverdrahtung zur Vermeidung von Ausgabefehlern (begrenzte common–mode–Unterdrückung der Analogausgabebaugruppe) sternförmig aus.

Hinweise für die Beschaltung über Dioden

- Als Dioden eignen sich Dioden mit U_r >=200 V und I_F >= 1 A (z.B. Typen aus der Reihe 1N4003 ... 1N4007).
- Sinnvoll ist eine getrennte Lastversorgung. Zwischen beiden Lastversorgungen muss ein Potentialausgleich bestehen

Analoge Ausgangssignale

Es können nur Analogausgabebaugruppen mit Stromausgängen redundant betrieben werden (0 bis 20 mA, 4 bis 20 mA).

Der auszugebende Wert wird halbiert und von beiden Baugruppen wird die Hälfte des Wertes ausgegeben. Kommt es zu einem Ausfall einer Baugruppe, wird dies erkannt und die noch vorhandene Baugruppe gibt den ganzen Wert aus. Der Stromstoß an der Ausgabebaugruppe ist deshalb im Fehlerfall nicht so groß.

Hinweis

Der Ausgabewert fällt kurzzeitig auf die Hälfte ab und wird nach der Reaktion im Programm wieder auf den richtigen Wert angehoben.

Redundante Analogausgabebaugruppen geben im Falle der Passivierung oder bei STOP der CPU einen Mindeststrom von ca. 120 μA > pro Baugruppe (bzw. auf 240 μA bei HART Analogausgabebaugruppen), also insgesamt ca. 240 μA (bzw. auf 480 μA bei HART Analogausgabebaugruppen)aus. Damit wird unter Berücksichtigung der Toleranz immer ein positiver Wert ausgegeben. Ein projektierter Ersatzwert 0 mA wird mindestens diese Ausgabewerte bewirken. Im redundanten Betrieb wird die Projektierung der Stromausgänge für das Verhalten bei CPU-STOP automatisch auf "strom– und spannungslos" gestellt.

ACHTUNG
Wurden beide Kanäle eines Kanalpaares passiviert (z. B. durch den OB 85), dann wird trotzdem auf beide Speicherstellen im Prozessabbild der Ausgänge jeweils der halbe aktuelle Wert ausgegeben. Wird ein Kanal depassiviert, dann wird auf dem nun wieder vorhandenen Kanal der volle Wert ausgegeben. Ist dies nicht gewünscht, dann muss vor Ausführung des FB 451 "RED_OUT" ein Ersatzwert jeweils auf den niederen Kanal der beiden Baugruppen geschrieben werden.

Depassivierung von Baugruppen

Bei folgenden Ereignissen werden passivierte Baugruppen wieder depassiviert:

- Wenn das H–System anläuft
- Wenn das H–System in den Betriebszustand "redundant" wechselt
- Nach einer Anlagenänderung im laufenden Betrieb
- Wenn Sie die FC 451 "RED_DEPA" aufrufen und mindestens ein redundanter Kanal oder eine redundante Baugruppe passiviert ist.

Nachdem eines dieser Ereignisse aufgetreten ist, wird die Depassivierung im FB 450 "RED_IN" ausgeführt. Wenn die Depassivierung für alle Baugruppen komplett abgeschlossen wurde, erfolgt ein Eintrag im Diagnosepuffer.

Hinweis

Ist einer redundanten Baugruppe ein Teilprozessabbild zugeordnet, aber der dazugehörige OB ist nicht in der CPU vorhanden, so kann die Gesamtdepassivierung ca. 1 Minute lang dauern.

10.5.3 Status der Passivierung ermitteln

Vorgehensweise

Ermitteln Sie zuerst den Status der Passivierung über das Statusbyte im Status–/Steuerwort "FB_RED_IN.STATUS_CONTROL_W" . Wenn Sie dabei feststellen, dass eine oder mehrere Baugruppen passiviert wurden, müssen Sie den Status der entsprechenden Baugruppenpaare im MODUL_STATUS_WORD ermitteln.

Status der Passivierung über das Statusbyte ermitteln

Das Statuswort "FB_RED_IN.STATUS_CONTROL_W" liegt im Instanz–DB des FB 450 "RED_IN". Das Statusbyte liefert Informationen über den Status der redundanten Peripherie. Die Belegung des Statusbytes ist in der Online-Hilfe der jeweiligen Bausteinbibliothek wiedergegeben.

Status der Passivierung einzelner Baugruppenpaare über das MODUL_STATUS_WORD ermitteln

Das MODUL_STATUS_WORD ist ein Ausgangsparameter des FB 453 und kann entsprechend verschaltet werden. Es liefert Informationen über den Status einzelner Baugruppenpaare.

Die Belegung der Statusbytes des MODUL_STATUS_WORD ist in der Online-Hilfe der jeweiligen Bausteinbibliothek wiedergegeben.

10.6 Weitere Möglichkeiten zum Anschluss von redundanter Peripherie

Redundante Peripherie auf Anwenderebene

Falls Sie die von dem System unterstützte redundante Peripherie (Kapitel Anschluss von redundanter Peripherie (Seite 129)) nicht verwenden können (z.B. weil die zu redundierende Baugruppe nicht in der Liste unterstützter Baugruppen aufgeführt ist), können Sie den Einsatz redundanter Peripherie auch auf Anwenderebene realisieren.

Konfigurationen

Es sind folgende Konfigurationen mit redundanter Peripherie möglich:

1. Redundanter Aufbau mit einseitiger zentraler und/oder dezentraler Peripherie.

   Hierzu werden in die Teilsysteme von CPU 0 und CPU 1 je eine Signalbaugruppe gesteckt.

2. Redundanter Aufbau mit geschalteter Peripherie

   In zwei dezentrale Peripheriegeräte ET 200M mit aktivem Rückwandbus werden je eine Signalbaugruppe gesteckt.

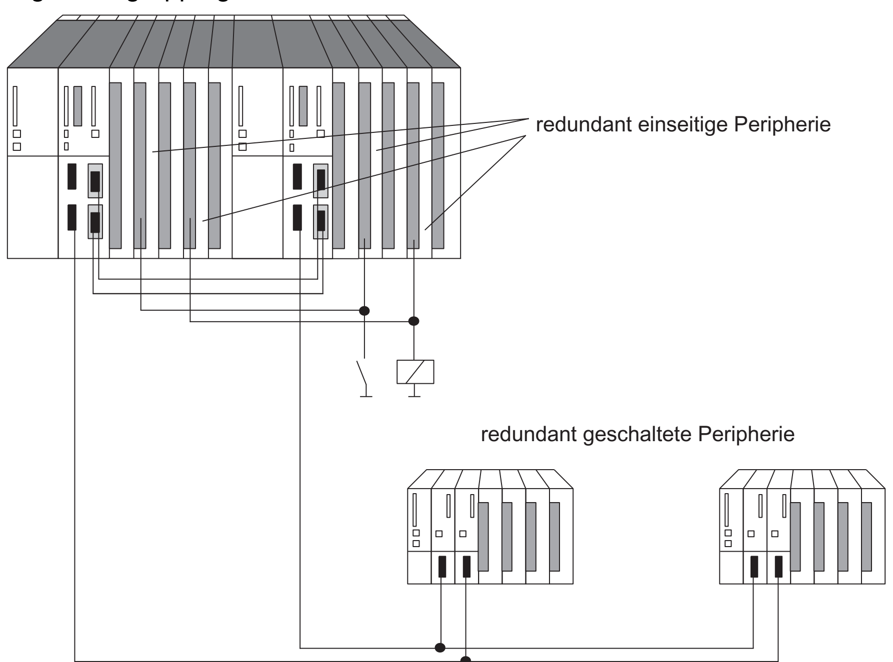


Bild 10-12 Redundante einseitige und geschaltete Peripherie

ACHTUNG
Beim Einsatz von redundanter Peripherie müssen Sie die ermittelten Überwachungszeiten ggf. mit einem Aufschlag versehen, siehe Kapitel Ermittlung der Überwachungszeiten (Seite 112)

HW–Aufbau und Projektierung der redundanten Peripherie

Wenn Sie redundante Peripherie einsetzen möchten, empfehlen wir Ihnen folgende Strategie:

1. Setzen Sie die Peripherie folgendermaßen ein:
   – beim einseitigen Aufbau je eine Signalbaugruppe in jedes Teilsystem
   – beim geschalteten Aufbau je eine Signalbaugruppe in zwei dezentrale Peripheriegeräte ET 200M.
2. Verdrahten Sie die Peripherie so, dass sie sowohl über das eine als auch über das andere Teilsystem angesprochen werden kann.
3. Projektieren Sie die Signalbaugruppen auf unterschiedliche logische Adressen.

ACHTUNG

Es empfiehlt sich nicht, eingesetzte Ausgabebaugruppen auf die gleichen logischen Adressen wie die Eingabebaugruppen zu projektieren; ansonsten müssen Sie im OB 122 zusätzlich zur logischen Adresse noch den Typ (Eingang oder Ausgang) der fehlerhaften Baugruppe abfragen.

Das Anwenderprogramm muss das Prozessabbild für redundant einseitige Ausgabebaugruppen auch im Solobetrieb aktualisieren (z.B. Direktzugriffe). Bei Verwendung von Teilprozessabbildern muss das Anwenderprogramm im OB 72 (Redundanzwiederkehr) die Teilprozessabbilder entsprechend aktualisieren (SFC 27 "UPDAT_PO"). Anderenfalls würden nach Übergang in den Systemzustand Redundant auf die einkanalig einseitigen Ausgabebaugruppen der Reserve–CPU zunächst Altwerte ausgegeben werden.

Redundante Peripherie im Anwenderprogramm

Das nachfolgende Programmbeispiel zeigt den Einsatz zweier redundanter Digitaleingabebaugruppen:

- Baugruppe A im Rack 0 mit der logischen Basisadresse 8 und
- Baugruppe B im Rack 1 mit der logischen Basisadresse 12.

Eine der beiden Baugruppen wird im OB1 per Direktzugriff gelesen. Für das Folgende wird ohne Einschränkung der Allgemeinheit angenommen, dass es sich dabei um Baugruppe A handelt (Variable BGA hat den Wert TRUE). Falls dabei kein Fehler auftrat, wird mit dem gelesenen Wert weitergearbeitet.

Falls ein Peripheriezugriffsfehler auftrat, wird Baugruppe B per Direktzugriff gelesen ("zweiter Versuch" im OB1). Wenn dabei kein Fehler auftrat, wird mit dem von Baugruppe B gelesenen Wert weitergearbeitet. Trat hierbei jedoch ebenfalls ein Fehler auf, sind momentan beide Baugruppen defekt, und es wird mit einem Ersatzwert weitergearbeitet.

Das Programmbeispiel beruht darauf, dass nach einem Zugriffsfehler auf Baugruppe A auch nach deren Austausch immer Baugruppe B zuerst im OB1 bearbeitet wird. Erst nach einem Zugriffsfehler auf Baugruppe B wird Baugruppe A wieder zuerst im OB1 bearbeitet.

ACHTUNG
Die Variablen BGA und PZF_BIT müssen auch außerhalb vom OB1 und OB122 gültig sein. Die Variable VERSUCH2 hingegen wird nur im OB1 verwendet.

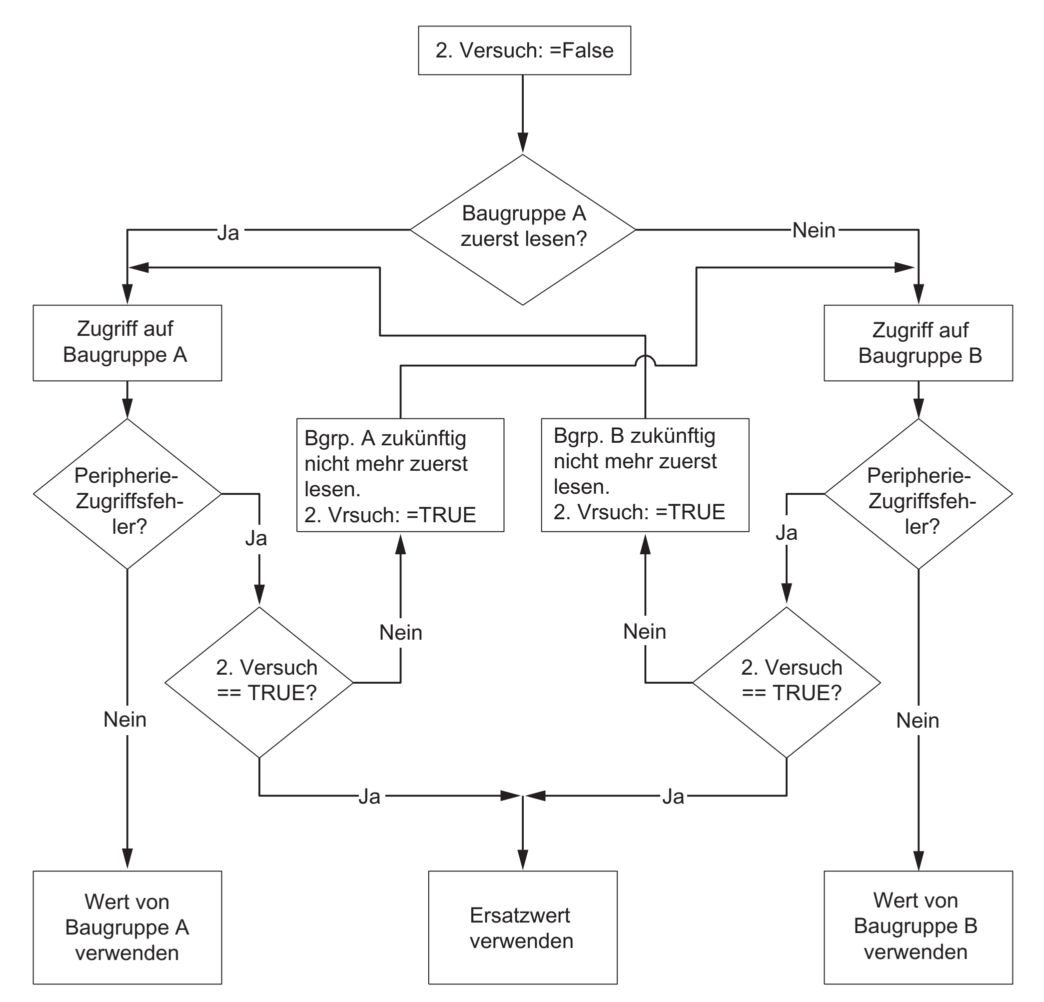


Bild 10-13 Flussdiagramm für OB1

Beispiel AWL

Nachfolgend sind die erforderlichen Teile des Anwenderprogramms (OB 1, OB 122) aufgeführt.

Tabelle 10- 5 Beispiel für redundante Peripherie, OB 1–Teil

AWL	Erläuterung
NOP 0;	
SET;	
R VERSUCH2;	//Initialisierung
U BGA;	//Baugruppe A zuerst lesen?
SPBN WBGB;	//Wenn nicht, weiter mit Baugruppe B
WBGA: SET;	
R PZF_BIT;	//PZF-Bit löschen
L PED 8;	//Lesen von CPU 0
U PZF_BIT;	//Wurde im OB 122 PZF erkannt?
SPBN PZOK;	//Wenn nicht, Prozesszugriff ok
U VERSUCH2;	//War dieser Zugriff der zweite Versuch?
SPB WBG0;	//Wenn ja, dann Ersatzwert verwenden
SET;	
R BGA;	//Baugruppe A zukünftig nicht mehr zuerst //lesen
S VERSUCH2;	
WBGB: SET;	
R PZF_BIT;	//PZF-Bit löschen
L PED 12;	//Lesen von CPU 1
U PZF_BIT;	//Wurde im OB 122 PZF erkannt?
SPBN PZOK;	//Wenn nicht, dann Prozesszugriff ok
U VERSUCH2;	//War dieser Zugriff der zweite Versuch?
SPB WBG0;	//Wenn ja, dann Ersatzwert verwenden
SET;	
S BGA;	//Baugruppe A zukünftig wieder zuerst lesen
S VERSUCH2;	
SPA WBGA;	
WBG0: L ERSATZ;	//Ersatzwert
PZOK:	//In Akku1 steht der zu verwendende Wert

Tabelle 10- 6 Beispiel für redundante Peripherie, OB 122–Teil

AWL	Erläuterung
	// Verursacht Baugruppe A PZF?
L OB122_MEM_ADDR;	//Betroffene log. Basisadresse
L W#16#8;	
== I;	//Baugruppe A?
SPBN M01;	//Wenn nicht, dann weiter bei M01
	//PZF bei Zugriff auf Baugruppe A
SET;	
= PZF_BIT;	//PZF-Bit setzen
SPA CONT;	
	// Verursacht Baugruppe B PZF?
M01: NOP 0;	
L OB122_MEM_ADDR;	//Betroffene log. Basisadresse
L W#16#C;	
== I;	//Baugruppe B?
SPBN CONT;	//Wenn nicht, dann weiter bei CONT
	//PZF bei Zugriff auf Baugruppe B
SET;	
= PZF_BIT;	//PZF-Bit setzen
CONT: NOP 0;	

Überwachungszeiten beim Ankoppeln und Aufdaten

ACHTUNG

Falls Sie Peripheriebaugruppen redundiert und dies in Ihrem Programm entsprechend berücksichtigt haben, müssen Sie die ermittelten Überwachungszeiten ggf. mit einem Aufschlag versehen, damit an Ausgabebaugruppen keine Stöße auftreten (in HW-Konfig -> CPU-Eigenschaften -> H-Parameter).

Ein Aufschlag ist nur dann erforderlich, wenn Sie Baugruppen aus der folgenden Tabelle redundant betreiben.

Tabelle 10- 7 für die Überwachungszeiten bei redundant eingesetzter Peripherie

Baugruppentyp	Aufschlag in ms
ET200M: Standard–Ausgabebaugruppen	2
ET200M: HART–Ausgabebaugruppen	10
ET200M: F–Ausgabebaugruppen	50
ET200L–SC mit Analogausgaben	≤ 80
ET200S mit Analogausgaben oder Technologiemodulen	≤ 20

Sie gehen wie folgt vor:

- Sie ermitteln aus der Tabelle den Aufschlag. Falls Sie mehrere Baugruppentypen der Tabelle redundant eingesetzt haben, nehmen Sie den größten Aufschlag.
- Addieren Sie diesen zu allen bisher ermittelten Überwachungszeiten.

11 Kommunikation

11.1 Kommunikation

In diesem Kapitel finden Sie eine Einführung in die Kommunikation mit hochverfügbaren Systemen und deren spezifische Merkmale.

Sie lernen die Grundbegriffe kennen, welche Bussysteme für hochverfügbare Kommunikation zum Einsatz kommen und welche Verbindungsarten es gibt.

Sie erfahren, wie Kommunikation über hochverfügbare und über Standardverbindungen stattfindet und wie sie projektiert und programmiert wird.

- Sie finden Beispiele zur Kommunikation über hochverfügbare S7–Verbindungen und lernen deren Vorteile kennen.
- Im Vergleich hierzu erfahren Sie, wie Kommunikation über S7–Verbindungen stattfindet und wie Sie auch mit S7–Verbindungen redundant kommunizieren können.

11.2 Grundlagen und Grundbegriffe

Übersicht

Bei erhöhten Anforderungen an die Verfügbarkeit einer Gesamtanlage ist es erforderlich, die Zuverlässigkeit der Kommunikation zu erhöhen, d.h. auch die Kommunikation redundant aufzubauen.

Im Folgenden finden Sie eine Übersicht der Grundlagen und Grundbegriffe, die Sie für den Einsatz hochverfügbarer Kommunikation kennen sollten.

Redundantes Kommunikationssystem

Die Verfügbarkeit des Kommunikationssystems kann durch Medienredundanz, Verdopplung von Teilkomponenten oder Verdopplung aller Buskomponenten erhöht werden.

Überwachungs– und Synchronisationsmechanismen sorgen dafür, dass beim Ausfall einer Komponente die Kommunikation im laufenden Betrieb von Reservekomponenten übernommen wird.

Ein redundantes Kommunikationssystem ist Voraussetzung für den Einsatz hochverfügbarer S7–Verbindungen.

Hochverfügbare Kommunikation

Hochverfügbare Kommunikation ist der Einsatz von SFBs der S7–Kommunikation über hochverfügbare S7–Verbindungen.

Hochverfügbare S7–Verbindungen sind nur möglich beim Einsatz von redundanten Kommunikationssystemen.

Redundanzknoten

Die Redundanzknoten repräsentieren die hohe Zuverlässigkeit der Kommunikation zwischen hochverfügbaren Systemen. Ein System mit mehrkanaligen Komponenten wird durch Redundanzknoten dargestellt. Die Unabhängigkeit der Redundanzknoten ist gegeben, wenn der Ausfall einer Komponente innerhalb eines Knotens keinerlei Zuverlässigkeitseinschränkungen in anderen Knoten verursacht.

Auch bei der hochverfügbaren Kommunikation gilt, dass nur Einfach-Fehler beherrscht werden. Treten zwischen zwei Kommunikations-Endpunkten mehr als ein Fehler auf, so ist die Kommunikation nicht mehr gewährleistet.

Verbindung (S7–Verbindung)

Eine Verbindung ist die logische Zuordnung zweier Kommunikationspartner zur Ausführung eines Kommunikationsdienstes. Jede Verbindung hat zwei Endpunkte, welche die notwendigen Informationen zur Adressierung des Kommunikationspartners sowie weiterer Attribute für den Verbindungsaufbau enthält.

Eine S7–Verbindung ist die Kommunikationsverbindung zwischen zwei Standard–CPUs bzw. auch von einer Standard–CPU zu einer CPU eines hochverfügbaren Systems.

Im Gegensatz zur hochverfügbaren S7–Verbindung, die mindestens zwei Teilverbindungen beinhaltet, besteht eine S7–Verbindung tatsächlich aus nur einer Verbindung. Bei Ausfall dieser Verbindung findet keine Kommunikation mehr statt.

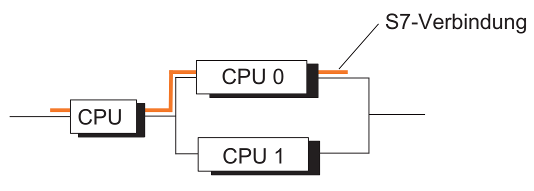


Bild 11-1 Beispiel einer S7–Verbindung

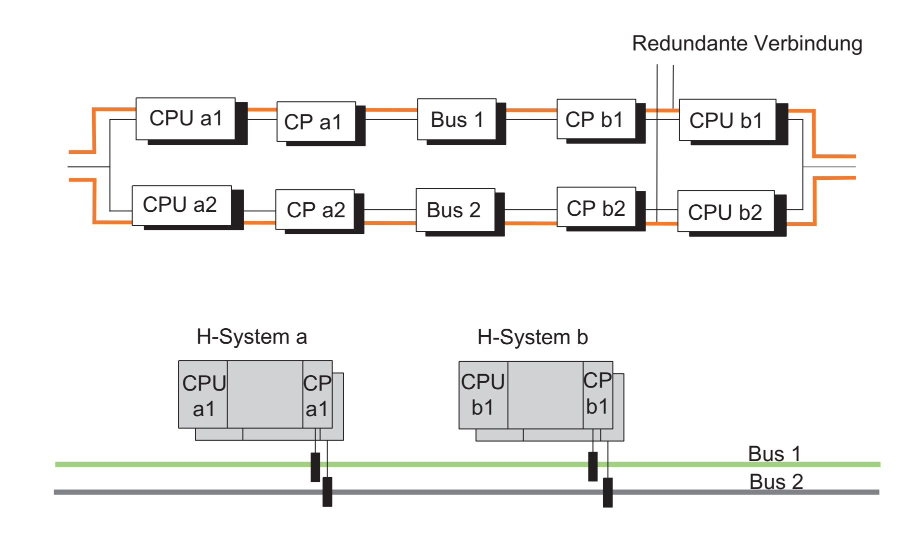
Hinweis

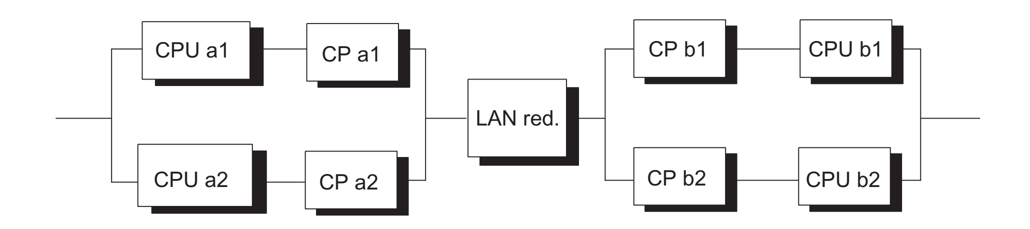
Mit "Verbindung" ist in diesem Handbuch generell die "projektierte S7–Verbindung" gemeint. Andere Verbindungsarten entnehmen Sie bitte den Handbüchern *SIMATIC NET NCM S7 für PROFIBUS* und *SIMATIC NET NCM S7 für Industrial Ethernet.*

Hochverfügbare S7– Verbindungen

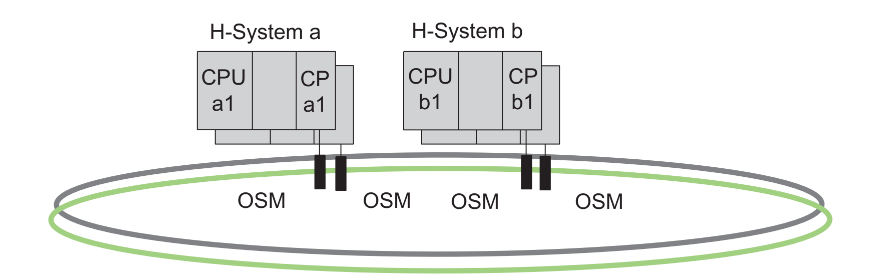
Die Forderung nach einer Verfügbarkeitserhöhung durch Kommunikationskomponenten (z.B. CP, Bus) bedingt die Redundanz von Kommunikationsverbindungen zwischen den beteiligten Systemen.

Im Gegensatz zur S7–Verbindung besteht eine hochverfügbare S7–Verbindung aus mindestens zwei unterlagerten Teilverbindungen. Aus Sicht des Anwenderprogramms, der Projektierung und der Verbindungsdiagnose wird die hochverfügbare S7–Verbindung mit ihren unterlagerten Teilverbindungen durch genau eine ID repräsentiert (wie eine S7–Verbindung). Sie kann, abhängig von der projektierten Konfiguration, aus maximal vier Teilverbindungen bestehen, von denen jeweils zwei immer aufgebaut (aktiv) sind, um im Fehlerfall die Kommunikation aufrechtzuerhalten. Die Anzahl der Teilverbindungen ist von möglichen alternativen Wegen abhängig (siehe nachfolgendes Bild) und wird automatisch ermittelt.





Redundante Verbindung:
CPU a1 -> CPU b1, CPU a2 -> CPU b2, CPU a1 -> CPU b2, CPU a2 -> CPU b1



Anlagenbus als optischer Zweifaserring

Bild 11-2 Beispiel dafür, dass die Anzahl resultierender Teilverbindungen projektierungsabhängig ist

Bei Ausfall der aktiven Teilverbindung übernimmt automatisch die bereits aufgebaute zweite Teilverbindung die Kommunikation.

Ressourcenbedarf hochverfügbarer S7–Verbindungen

Die H–CPU erlaubt den Betrieb von 62/30/14 (siehe technische Daten) hochverfügbaren S7–Verbindungen. Auf dem CP benötigt jede Teilverbindung eine Verbindungsressource.

ACHTUNG
Wenn Sie für eine H–Station mehrere hochverfügbare S7–Verbindungen projektiert haben, nimmt deren Aufbau unter Umständen eine beträchtliche Zeitdauer in Anspruch. Falls die projektierte Maximale Kommunikationsverzögerung zu klein gewählt wurde, wird das Ankoppeln und Aufdaten abgebrochen und der Systemzustand Redundant wird nicht mehr erreicht (siehe Kapitel Zeitüberwachung (Seite 109)).

11.3 Einsetzbare Netze

Die Wahl des physikalischen Übertragungsmediums hängt von der gewünschten Ausdehnung, der angestrebten Störsicherheit und der Übertragungsrate ab. Für die Kommunikation mit hochverfügbaren Systemen finden folgende Bussysteme Anwendung:

- Industrial Ethernet (Lichtwellenleiter, Triaxial– bzw. Twisted Pair–Kupferleitung)
- PROFIBUS (Lichtwellenleiter oder Kupferleitung)

Weitere Informationen zu den einsetzbaren Netzen finden Sie im Handbüchern "*Kommunikation mit SIMATIC*", *"Industrial Twisted Pair Netze"* und *"PROFIBUS–Netze*".

11.4 Einsetzbare Kommunikationsdienste

Einsetzbar sind die folgenden Dienste:

- S7–Kommunikation über hochverfügbare S7–Verbindungen via PROFIBUS und Industrial Ethernet. S7-Hochverfügbare Verbindungen sind nur zwischen SIMATIC-S7 Stationen möglich. Hochverfügbare Kommunikation via Industrial Ethernet ist nur bei ISO-Protokoll möglich.
- S7–Kommunikation über S7–Verbindungen via MPI, PROFIBUS und Industrial Ethernet
- Standard–Kommunikation (z. B. FMS) über PROFIBUS
- S5–kompatible Kommunikation (z. B. SEND– und RECEIVE–Baustein) über PROFIBUS und Industrial Ethernet

Nicht unterstützt werden:

- S7–Basis–Kommunikation
- Globaldaten–Kommunikation
- Offene Kommunikation über Industrial Ethernet

11.5 Kommunikation über hochverfügbare S7–Verbindungen

Verfügbarkeit kommunizierender Systeme

Die hochverfügbare Kommunikation erweitert das SIMATIC Gesamtsystem um zusätzliche redundante Kommunikationskomponenten, wie CPs oder Busleitungen. Um die tatsächliche Verfügbarkeit von kommunizierenden Systemen bei Verwendung eines optischen bzw. eines elektrischen Netzes zu verdeutlichen, wird nachfolgend auf die Möglichkeiten der Kommunikationsredundanz eingegangen.

Voraussetzung

Voraussetzung für die Projektierung hochverfügbarer Verbindungen mit STEP 7 ist eine projektierte Hardware–Konfiguration.

Die Hardware–Konfiguration der beiden Teilsysteme eines hochverfügbaren Systems **muss** identisch sein. Dies gilt insbesondere auch für die Steckplätze.

Entsprechend dem eingesetzten Netz können für die hochverfügbare und für fehlersichere Kommunikation CPs eingesetzt werden, siehe Anhang Einsetzbare Funktions- und Kommunikationsbaugruppen in S7-400H (Seite 345)
Es wird ausschließlich Industrial Ethernet mit ISO–Protokoll bzw. PROFIBUS ohne dezentrale Peripherie unterstützt. Für hochverfügbare S7-Verbindungen über PROFIBUS benötigen Sie einen entsprechenden CP. Diese Verbindungen sind über die interne PROFIBUS-DP Schnittstelle nicht möglich.

Um hochverfügbare S7–Verbindungen zwischen einem hochverfügbaren System und einem PC verwenden zu können, ist auf dem PC das Software–Paket "S7–REDCONNECT" erforderlich. Welche CPs Sie auf der PC–Seite einsetzen können, finden Sie in der Produktinformation zu "S7–REDCONNECT".

Projektierung

Die Verfügbarkeit des Systems inkl. der Kommunikation wird bei der Projektierung festgelegt. In der STEP 7–Dokumentation finden Sie, wie Sie Verbindungen projektieren.

Für hochverfügbare S7–Verbindungen wird ausschließlich S7–Kommunikation verwendet. Sie wählen hierzu im Dialogfeld "Neue Verbindung" den Typ "S7–Verbindung hochverfügbar" aus.

Die Anzahl der notwendigen redundanten Verbindungen wird von STEP 7 in Abhängigkeit von den Redundanzknoten ermittelt. Es werden, wenn die Netzstruktur dies zulässt, maximal vier redundante Verbindungen generiert. Eine höhere Redundanz kann auch mit weiteren CPs nicht erbracht werden.

Im Dialog "Eigenschaften – Verbindung" können Sie bestimmte Eigenschaften einer hochverfügbaren Verbindung ggf. auch ändern. Beim Einsatz mehrerer CPs können in diesem Dialogfeld die Verbindungen auch rangiert werden. Dies kann sinnvoll sein, da standardmäßig zunächst alle Verbindungen über den ersten CP geführt werden. Sind hier alle Verbindungen belegt, so werden die weiteren Verbindungen über den zweiten CP geführt usw.

Programmierung

Die hochverfügbare Kommunikation ist auf der H–CPU einsetzbar und erfolgt über S7–Kommunikation.

Diese ist ausschließlich innerhalb eines S7–Projekts/Multiprojekts möglich.

Die Programmierung der hochverfügbaren Kommunikation mit STEP 7 erfolgt über Kommunikations–SFBs. Mit diesen können Daten über Subnetze (Industrial Ethernet, PROFIBUS) übertragen werden. Die im Betriebssystem integrierten Kommunikations–SFBs bieten Ihnen die Möglichkeit einer quittierten Datenübertragung. Es können nicht nur Daten übertragen, sondern auch weitere Kommunikationsfunktionen zum Steuern und Überwachen des Kommunikationspartners verwendet werden.

Anwenderprogramme, welche für Standardkommunikation geschrieben wurden, können ohne Programmänderung auch für hochverfügbare Kommunikation zum Ablauf kommen. Die Leitungs– und Verbindungsredundanz hat keine Rückwirkung auf das Anwenderprogramm.

Hinweis

Hinweise zur Programmierung der Kommunikation finden Sie in der STEP 7 Dokumentation (z.B. *Programmieren mit STEP 7*).

Die Kommunikationsfunktionen START und STOP wirken auf genau eine CPU oder auf alle CPUs des H–Systems (genaueres siehe Referenzhandbuch *Systemsoftware für S7–300/400, System– und Standardfunktionen*).

Bei laufenden Kommunikationsaufträgen über hochverfügbare S7–Verbindungen können Störungen einer Teilverbindung zu Laufzeitverlängerungen der Kommunikationsaufträge führen.

ACHTUNG
Verbindungsprojektierung im laufenden Betrieb laden
Wenn Sie eine Verbindungsprojektierung im laufenden Betrieb laden, können aufgebaute Verbindungen abgebrochen werden.

11.5.1 Kommunikation zwischen hochverfügbaren Systemen

Verfügbarkeit

Die einfachste Erhöhung der Verfügbarkeit zwischen gekoppelten Systemen lässt sich über einen redundanten Anlagenbus realisieren, der mit einem optischen Zweifaserring oder einem doppelt ausgeführten elektrischen Bussystem aufgebaut ist. Hierbei können die angeschlossenen Teilnehmer aus einfachen Standardkomponenten bestehen.

Die Erhöhung der Verfügbarkeit lässt sich am besten mit einem optischen Zweifaserring realisieren. Bei Bruch des Zweifaser–Lichtwellenleiters bleibt die Kommunikation der beteiligten Systeme immer noch bestehen. Die Systeme kommunizieren dann so, als ob sie an einem Bussystem (Linie) angeschlossen wurden. Ein Ringsystem beinhaltet grundsätzlich zwei redundante Komponenten und bildet deshalb automatisch einen 1von2–Redundanzknoten. Das optische Netz kann auch in Linien–, oder Sternstruktur aufgebaut werden. Bei Linienstruktur ist jedoch keine Leitungsredundanz möglich.

Bei Ausfall eines elektrischen Leitungssegments bleibt die Kommunikation der beteiligten Systeme ebenfalls bestehen (1von2–Redundanz).

Die Unterschiede zwischen den beiden Varianten verdeutlichen die folgenden Beispiele.

Hinweis

Die Anzahl der benötigten Verbindungs–Ressourcen auf den CPs ist abhängig vom eingesetzten Netz.

Bei Verwendung eines optischen Zweifaserrings (siehe nächstes Bild) werden auf jedem CP zwei Verbindungs–Ressourcen benötigt. Im Gegensatz hierzu wird bei Einsatz eines doppelt ausgeführten elektrischen Netzes (siehe übernächstes Bild) auf jedem CP nur eine Verbindungs–Ressource benötigt.

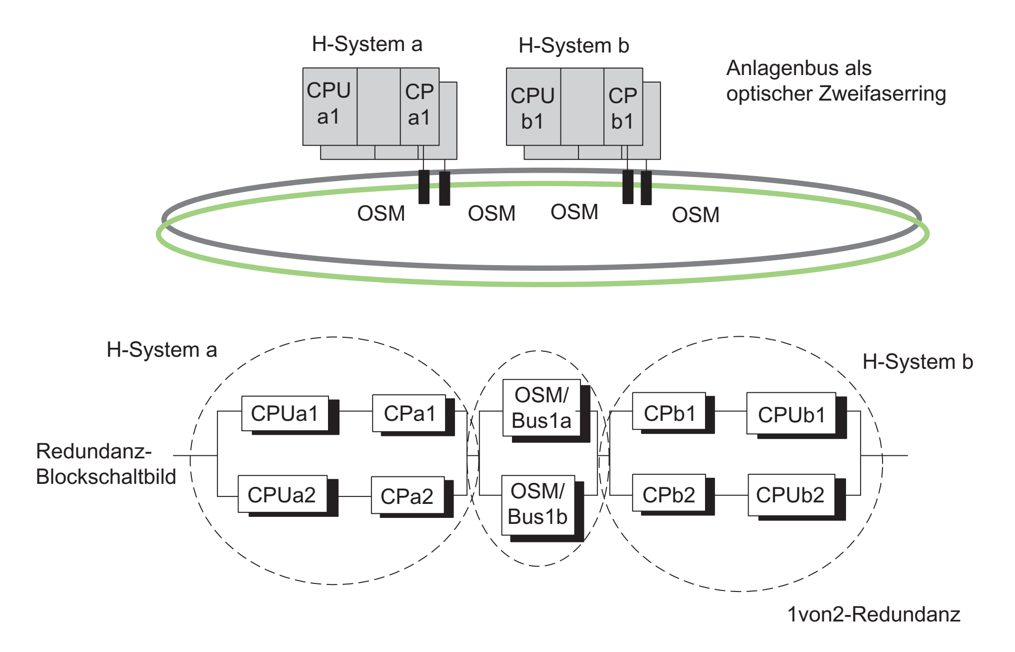
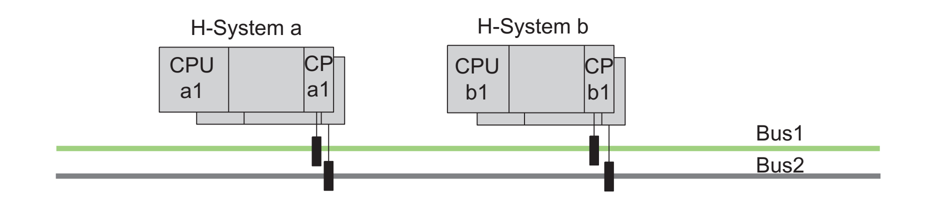


Bild 11-3 Beispiel für Redundanz mit hochverfügbarem System und redundantem Ring



Redundanz-Blockschaltbild

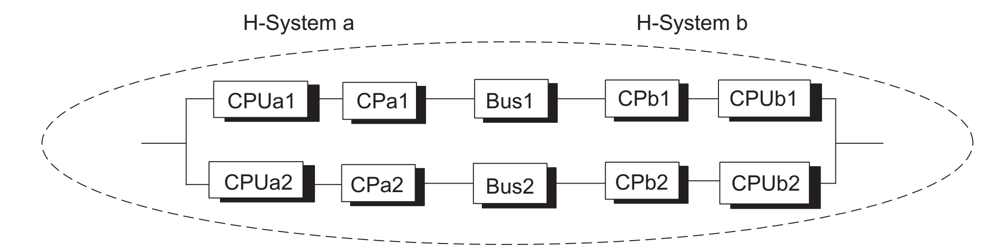


Bild 11-4 Beispiel für Redundanz mit hochverfügbarem System und redundantem Bussystem

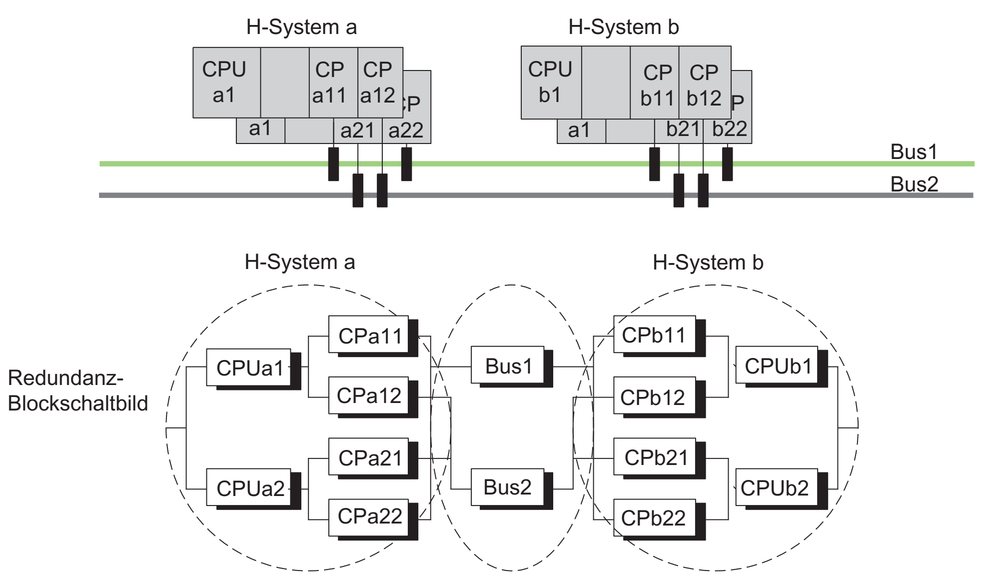


Bild 11-5 Beispiel für hochverfügbares System mit zusätzlicher CP–Redundanz

Ausfallverhalten

Nur ein Doppelfehler innerhalb eines hochverfügbaren Systems (z.B. CPUa1 und CPa2 in einem System) führt beim Zweifaserring zu einem Totalausfall der Kommunikation zwischen den beteiligten Systemen (siehe erstes Bild).

Tritt im ersten Fall eines redundanten elektrischen Bussystems (siehe zweites Bild) ein Doppelfehler auf (z.B. CPUa1 und CPb2), so führt dies zu einem Totalausfall der Kommunikation zwischen den beteiligten Systemen.

Beim redundanten elektrischen Bussystem mit CP–Redundanz (siehe drittes Bild) führt nur ein Doppelfehler innerhalb eines hochverfügbaren Systems (z. B. CPUa1 und CPUa2) oder ein Dreifachfehler (z. B. CPUa1, CPa22 und Bus2) zu einem Totalausfall der Kommunikation zwischen den beteiligten Systemen.

Hochverfügbare S7–Verbindungen

Bei laufenden Kommunikationsaufträgen über hochverfügbare S7–Verbindungen können Störungen einer Teilverbindung zu Laufzeitverlängerungen der Kommunikationsaufträge führen.

11.5.2 Kommunikation zwischen hochverfügbaren Systemen und einer hochverfügbaren CPU

Verfügbarkeit

Durch den Einsatz eines redundanten Anlagenbusses sowie durch Verwendung einer hochverfügbaren CPU in einem Standardsystem kann die Verfügbarkeit erhöht werden.

Ist der Kommunikationspartner eine H–CPU, so können, im Gegensatz z. B. zu einer CPU 416, auch hier hochverfügbare Verbindungen projektiert werden.

Hinweis

Hochverfügbare Verbindungen belegen auf dem CP b1 zwei Verbindungs–Ressourcen für die redundanten Verbindungen. Auf dem CP a1 und dem CP a2 wird jeweils eine Verbindungs–Ressource belegt. Der Einsatz weiterer CPs im Standardsystem dient hier lediglich der Ressourcenerhöhung.

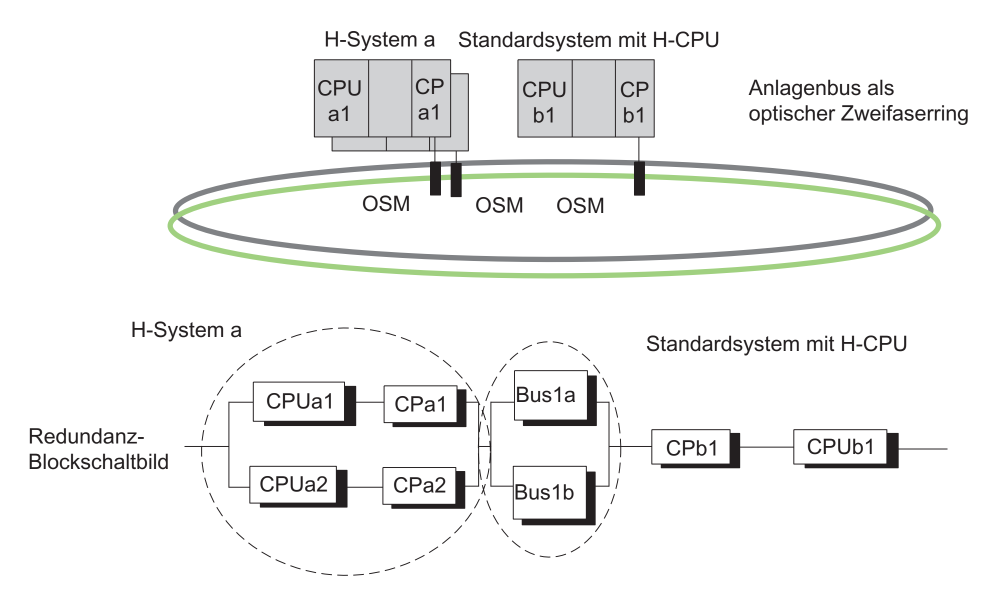


Bild 11-6 Beispiel Redundanz mit hochverfügbarem System und H–CPU

Ausfallverhalten

Doppelfehler im hochverfügbaren System (d.h. CPUa1 und CPa2) oder Einfachfehler im Standardsystem (CPUb1) führen zu einem Totalausfall der Kommunikation zwischen den beteiligten Systemen, siehe vorhergehendes Bild.

11.5.3 Kommunikation zwischen hochverfügbaren Systemen und PCs

Verfügbarkeit

Bei der Kopplung von hochverfügbaren Systemen zu einem PC wird die Verfügbarkeit des Gesamtsystems nicht nur auf die PCs (OS) und deren Datenhaltung konzentriert, sondern auch auf die Datenerfassung in den Automatisierungssystemen.

PCs sind aufgrund ihrer Hard– und Software–Eigenschaften nicht hochverfügbar. Sie können jedoch redundant in einer Anlage angeordnet werden. Die Verfügbarkeit eines solchen PC(OS)–Systems und seiner Datenhaltung wird durch geeignete Software wie z.B. WinCC Redundancy gewährleistet.

Die Kommunikation erfolgt über hochverfügbare Verbindungen.

Das Software–Paket "S7–REDCONNECT" ab V1.3 ist Voraussetzung für hochverfügbare Kommunikation auf dem PC. Es erlaubt den Anschluss eines PC an ein optisches Netz mit einem CP oder an ein redundantes Bussystem mit 2 CPs.

Verbindungsprojektierung

Der PC muss als SIMATIC PC-Station projektiert und konfiguriert sein. Eine zusätzliche Projektierung der hochverfügbaren Kommunikation ist auf PC-Seite nicht nötig. Die Verbindungsprojektierung wird vom STEP 7–Projekt in Form einer XDB–Datei auf die PC–Seite übernommen.

Wie Sie mit STEP 7 hochverfügbare S7–Kommunikation zu einem PC in Ihr OS–System integrieren können, finden Sie in der WinCC Dokumentation.

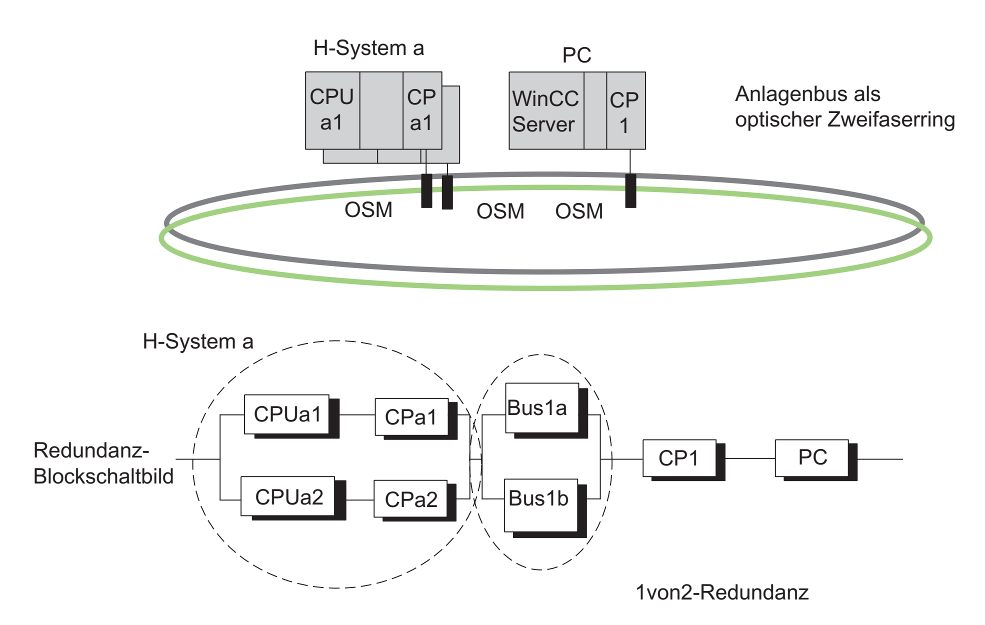


Bild 11-7 Beispiel Redundanz mit hochverfügbarem System und redundantem Bussystem

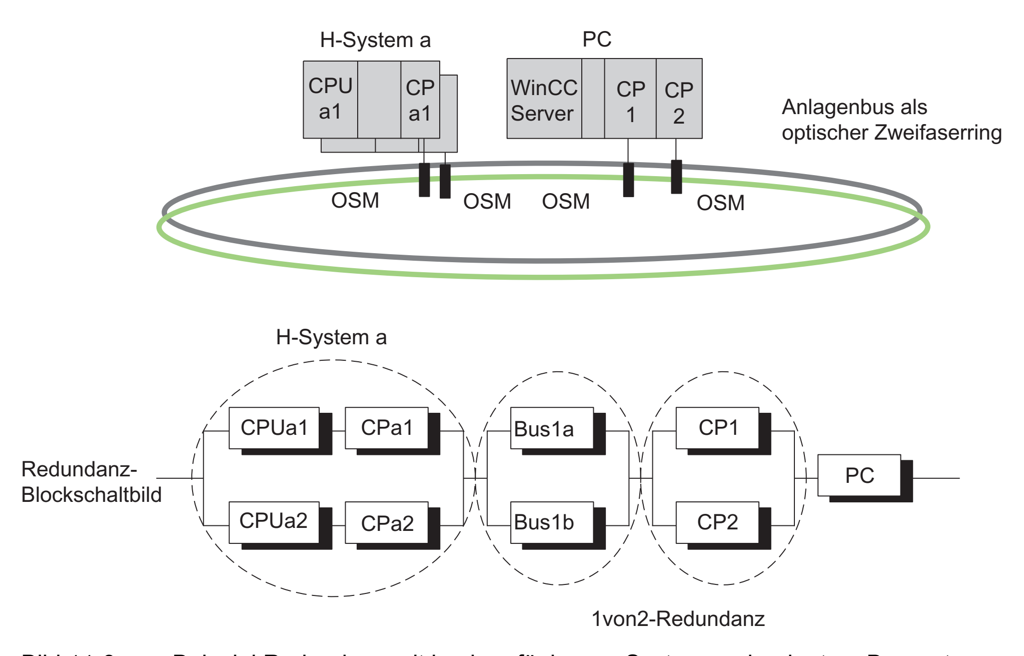


Bild 11-8 Beispiel Redundanz mit hochverfügbarem System, redundantem Bussystem und CP–Redundanz im PC.

Ausfallverhalten

Doppelfehler im hochverfügbaren System (d.h. CPUa1 und CPa2) und der Ausfall des PC führen zu einem Totalausfall der Kommunikation zwischen den beteiligten Systemen (siehe vorhergehende Bilder).

PC / PG als Engeneering System (ES)

Wenn Sie einen PC als Engeneering System einsetzen wollen, müssen Sie ihn unter seinem Namen in HW–Konfig als PC–Station projektieren. Das ES ist einer CPU zugeordnet und kann die STEP 7–Funktionen auf dieser CPU ausführen.

Fällt diese CPU aus, ist keine Kommunikation zwischen ES und dem hochverfügbaren System mehr möglich.

11.6 Kommunikation über S7–Verbindungen

Kommunikation mit Standardsystemen

Zwischen hochverfügbaren und Standardsystemen ist keine hochverfügbare Kommunikation möglich. Die tatsächliche Verfügbarkeit der kommunizierenden Systeme verdeutlichen die folgenden Beispiele.

Projektierung

S7–Verbindungen werden mit STEP 7 projektiert.

Programmierung

Wird Standardkommunikation auf einem hochverfügbaren System verwendet, so sind hierzu alle Kommunikationsfunktionen einsetzbar.

Für die Programmierung der Kommunikation mit STEP 7 werden die Kommunikations–SFBs verwendet.

Hinweis

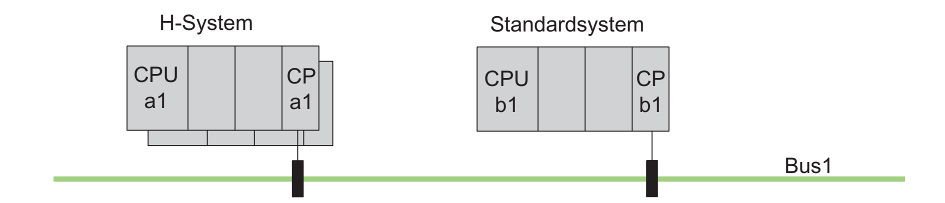
Die Kommunikationsfunktionen START und STOP wirken auf genau eine CPU oder auf alle CPUs des H–Systems (genaueres siehe Referenzhandbuch *Systemsoftware für S7–300/400, System– und Standardfunktionen*).

ACHTUNG
Verbindungsprojektierung im laufenden Betrieb laden
Wenn Sie eine Verbindungsprojektierung im laufenden Betrieb laden, können aufgebaute Verbindungen abgebrochen werden.

11.6.1 Kommunikation über S7–Verbindungen – einseitige Verbindung

Verfügbarkeit

Auch für die Kommunikation von einem hochverfügbaren zu einem Standardsystem wird die Verfügbarkeit durch die Verwendung eines redundanten Anlagenbusses gegenüber der Verwendung eines einfachen Busses (siehe nächstes Bild) erhöht.



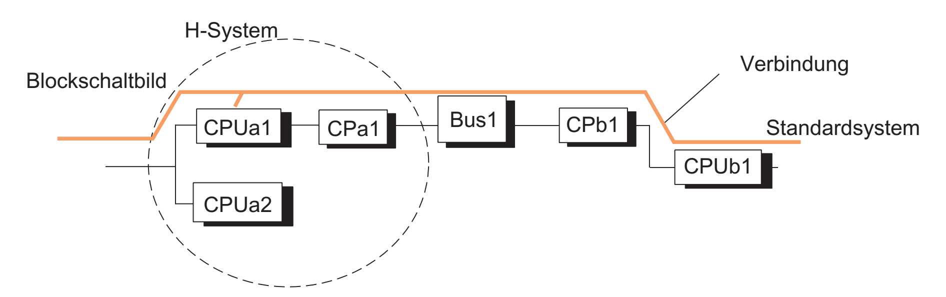


Bild 11-9 Beispiel Kopplung von Standard– und hochverfügbaren Systemen am einfachen Bussystem

In diesem Aufbau ist im redundaten Betrieb die CPUa2 über die Reserve-CPU und den CPb1 mit dem Standardsystem verbunden. Dies gilt unabhängig davon, welche CPU Master-CPU ist.

Wird der Anlagenbus als optischer Zweifaserring aufgebaut, so bleibt bei Bruch des Zweifaser–Lichtwellenleiters die Kommunikation der beteiligten Systeme bestehen. Die Systeme kommunizieren dann so, als ob sie an einem Bussystem (Linie) angeschlossen wurden (siehe nächstes Bild).

Bei der Kopplung von hochverfügbaren und Standardsystemen lässt sich die Verfügbarkeit der Kommunikation über ein doppelt ausgeführtes elektrisches Bussystem nicht verbessern. Um das zweite Bussystem als Redundanz nutzen zu können, muss eine zweite S7-Verbindung verwendet und diese im Anwenderprogramm entsprechend verwaltet werden (siehe übernächstes Bild).

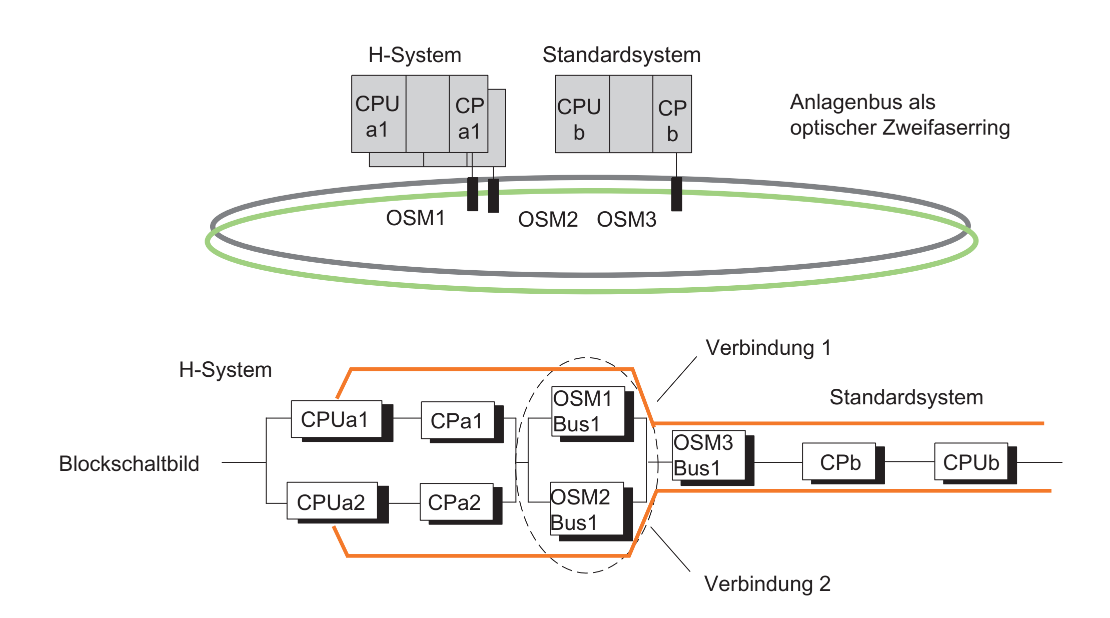


Bild 11-10 Beispiel Kopplung von Standard– und hochverfügbaren Systemen am redundanten Ring

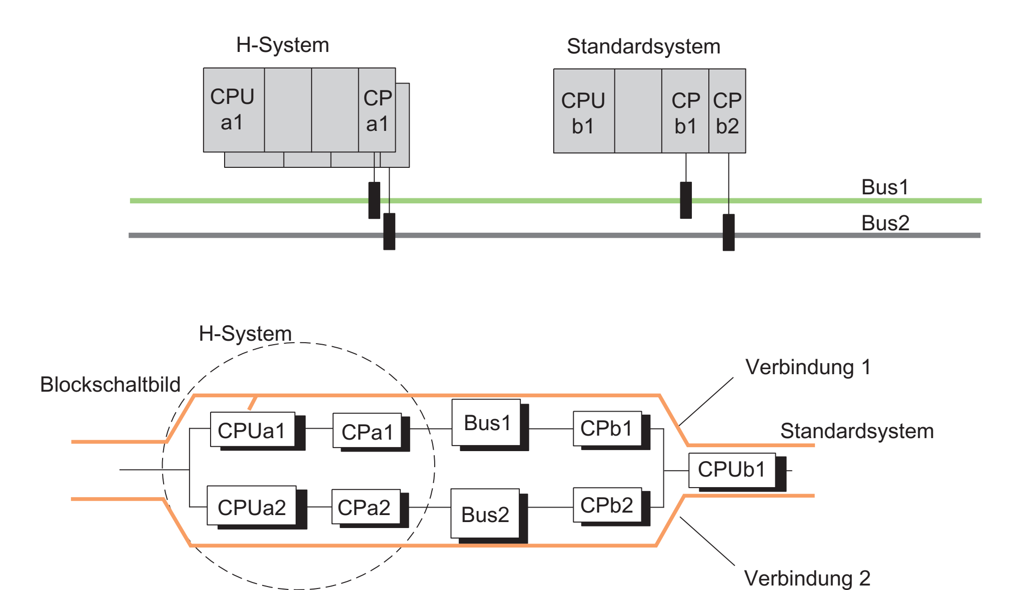


Bild 11-11 Beispiel Kopplung von Standard- und hochverfügbaren Systemen am redundanten Bussystem

Ausfallverhalten

Zweifaserring und Bussystem

Da hier Standard-S7-Verbindungen verwendet werden (die Verbindung endet auf der CPU des Teilsystems, hier CPUa1), führt sowohl ein Fehler im hochverfügbaren System (z.B. CPUa1 oder CPa1) als auch ein Fehler im System b (z.B. CP b) zu einem Totalausfall der Kommunikation zwischen den beteiligten Systemen (siehe vorhergehende Bilder).

Für das Ausfallverhalten gibt es hier keine bussystemspezifischen Unterschiede.

Kopplung von Standard- mit H-Systemen

Treiberbaustein "S7H4_BSR": Sie können für die Kopplung eines H-Systems mit einer S7-400 / S7-300 den Treiberbaustein "S7H4_BSR" verwenden. Wenden Sie sich für nähere Informationen an das H/F Competence Center
e–mail: hf-cc.aud@siemens.com

Alternative SFB 15 "PUT" und SFB 14 "GET" im H-System: Nutzen Sie alternativ zwei SFB 15 "PUT" über zwei Standard-Verbindungen. Zunächst wird der erste Baustein aufgerufen. Gab es bei der Ausführung des Bausteins keine Fehlermeldung, so wird die Übertragung als erfolgreich angesehen. Gab es eine Fehlermeldung, so wird die Datenübertragung über den zweiten Baustein wiederholt. Bei einem auch später erkannten Verbindungsabbruch werden die Daten erneut übertragen, um Informationsverluste auszuschließen. Das gleiche Verfahren können Sie bei einem SFB 14 "GET" verwenden.

Verwenden Sie für die Kommunikation wenn möglich die Mechanismen der S7–Kommunikation

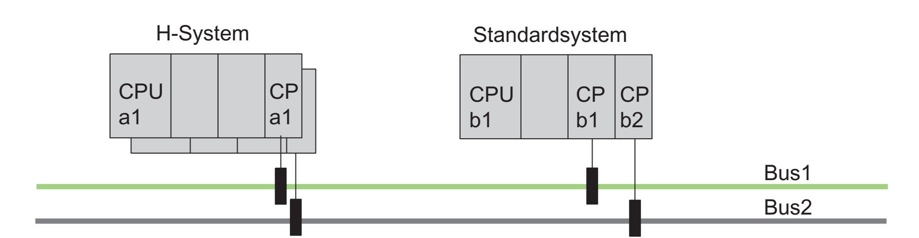
11.6.2 Kommunikation über redundante S7–Verbindungen

Verfügbarkeit

Durch den Einsatz eines redundanten Anlagenbusses sowie durch Verwendung zwei getrennter CPs im Standardsystem kann die Verfügbarkeit erhöht werden.

Auch mit Standardverbindungen kann redundante Kommunikation betrieben werden. Hierzu müssen zwei getrennte S7–Verbindungen projektiert werden. Die Verbindungsredundanz muss hierfür programmtechnisch realisiert werden. Für beide Verbindungen muss auf Anwenderprogrammebene eine Überwachung der Kommunikation realisiert werden, um einen Verbindungsausfall zu erkennen und auf die zweite Verbindung umschalten zu können.

Nachfolgendes Bild zeigt eine solche Konfiguration.



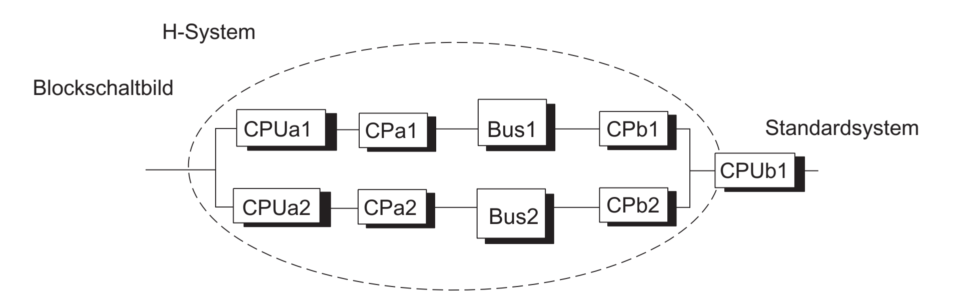


Bild 11-12 Beispiel Redundanz mit hochverfügbaren Systemen und redundantem Bussystem bei redundanten Standardverbindungen

Ausfallverhalten

Doppelfehler im hochverfügbaren System (d.h. CPUa1 und CPa2), Doppelfehler im Standardsystem (CPb1 und CPb2) und Einfachfehler im Standardsystem (CPUb1) führen zu einem Totalausfall der Kommunikation zwischen den beteiligten Systemen (siehe vorhergehendes Bild).

11.6.3 Kommunikation über Punkt–zu–Punkt–CP im ET 200M

Anbindung über ET 200M

Kopplungen von hochverfügbaren Systemen zu einkanaligen Systemen sind oft nur über eine Punkt–zu–Punkt–Kopplung möglich, da manche Systeme keine andere Anschlussmöglichkeit bieten.

Um die Daten von einem einkanaligen System auch auf den CPUs des hochverfügbaren Systems zur Verfügung zu haben, muss der Punkt–zu–Punkt–CP (CP 341) in einem dezentralen Baugruppenträger mit zwei IM 153–2 eingebaut werden.

Verbindungsprojektierung

Keine redundanten Verbindungen zwischen Punkt–zu–Punkt–CP und dem hochverfügbaren System erforderlich.

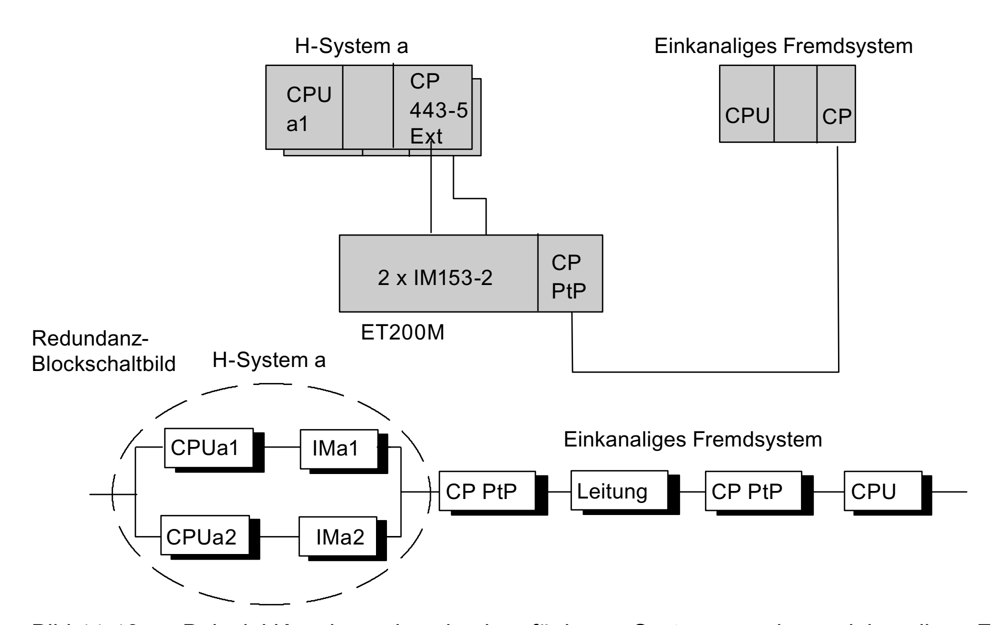


Bild 11-13 Beispiel Kopplung eines hochverfügbaren Systems zu einem einkanaligen Fremdsystem

Ausfallverhalten

Doppelfehler im hochverfügbaren System (d.h. CPUa1 und IM 153–2) und Einfachfehler im Fremdsystem führen zu einem Totalausfall der Kommunikation zwischen den beteiligten Systemen (siehe vorhergehendes Bild).

Der Punkt–zu–Punkt–CP kann auch zentral im "H–System a" gesteckt werden. Bei dieser Konfiguration führt aber bereits der Ausfall z.B. der CPU zum Totalausfall der Kommunikation.

11.6.4 Beliebige Kopplung mit einkanaligen Systemen

Anbindung über PC als Gateway

Wenn hochverfügbare Systeme mit einkanaligen Systemen gekoppelt werden, kann dies auch über ein Gateway erfolgen (keine Verbindungsredundanz). Das Gateway wird je nach Verfügbarkeitsanforderungen mit einem oder zwei CPs an den Anlagenbus gekoppelt. Zwischen dem Gateway und den hochverfügbaren Systemen können hochverfügbare Verbindungen projektiert werden. Das Gateway ermöglicht die Ankopplung jeglicher Art von einkanaligen Systemen (z.B. TCP/IP mit einem herstellerspezifischem Protokoll).

Eine vom Anwender geschriebene Software–Instanz im Gateway realisiert den einkanaligen Übergang zu den hochverfügbaren Systemen. Somit können beliebige einkanalige Systeme an ein hochverfügbares System gekoppelt werden.

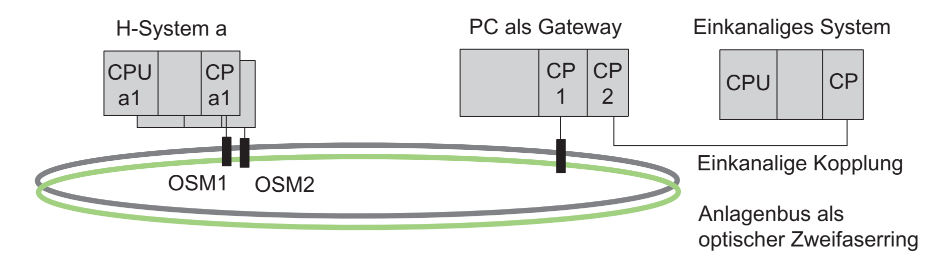
Verbindungsprojektierung

Zwischen dem Gateway–CP und dem einkanaligen System sind keine hochverfügbaren Verbindungen erforderlich.

Der Gateway–CP befindet sich in einem PC–System, welches hochverfügbare Verbindungen zum hochverfügbaren System hat.

Um hochverfügbare S7–Verbindungen zwischen H–System A und dem Gateway projektieren zu können, ist auf dem Gateway S7–REDCONNECT erforderlich. Die Umsetzung der Daten für die Weiterleitung über die einkanalige Kopplung muss im Anwenderprogramm realisiert werden.

Weitere Informationen hierzu finden Sie im Katalog "*Industrielle Kommunikation IK10*".



Redundanz-Blockschaltbild

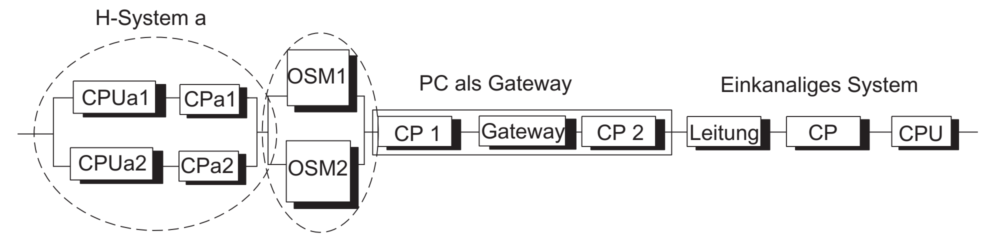


Bild 11-14 Beispiel Kopplung eines hochverfügbaren Systems mit einem einkanaligen Fremdsystem

11.7 Kommunikationsperformance

Die Kommunikationsperformance (Reaktionszeit bzw. Datendurchsatz) ist bei einem H–System im redundanten Betrieb deutlich geringer als bei einer H–CPU im Einzelbetrieb bzw. einer Standard–CPU.

Ziel dieser Beschreibung ist es, Bewertungskriterien zu geben, nach denen Sie die verschiedenen Kommunikationsmechanismen in ihrer Auswirkung auf die Kommunikationsperformance einschätzen können.

Definition Kommunikationslast

Kommunikationslast ist die Summe aller Aufträgen je Sekunde, die an die CPU durch die Kommunikationsmechanismen gestellt werden zuzüglich der Aufträge und Meldungen, die von der CPU ausgegeben werden.

Je höher die Kommunikationslast ist, desto größer ist die Reaktionszeit der CPU, d.h. die CPU braucht länger, um auf einen Auftrag (z.B. Leseauftrag) zu reagieren bzw. Aufträge und Meldungen auszugeben.

Arbeitsbereich

In jedem Automatisierungssystem gibt es einen linearen Arbeitsbereich, in dem eine Erhöhung der Kommunikationslast auch zu einer Erhöhung des Datendurchsatzes führt. Dies führt dann zu überschaubaren Reaktionszeiten, die in der Regel für die jeweilige Automatisierungsaufgabe akzeptabel sind.

Wird die Kommunikationslast weiter erhöht, so kommt der Datendurchsatz in den Sättigungsbereich. Unter Umständen kann dann die Menge der Anforderungen nicht mehr in der im Automatisierungssystem geforderten Antwortzeit bearbeitet werden. Der Datendurchsatz erreicht ein Maximum und die Reaktionszeit steigt exponentiell an, siehe die nachfolgenden Abbildungen.

Teilweise geht der Datendurchsatz durch zusätzliche geräteinterne Belastung sogar etwas zurück.

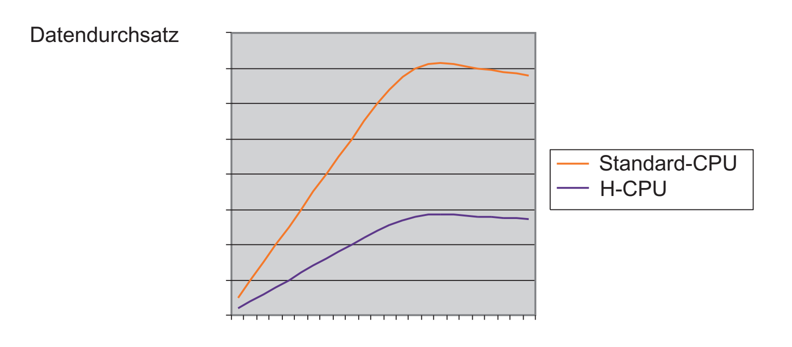


Bild 11-15 Datendurchsatz über Kommunikationsbelastung (prinzipieller Verlauf)

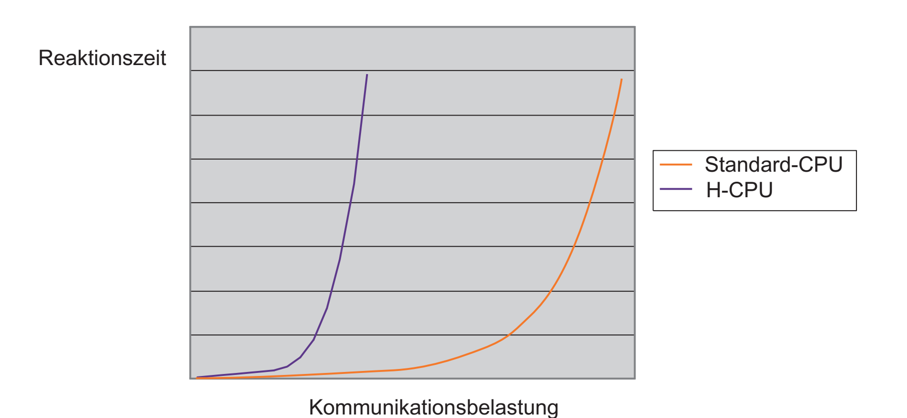


Bild 11-16 Reaktionszeit über Kommunikationsbelastung (prinzipieller Verlauf)

Standard– und H–Systeme

Das bisher Gesagte gilt für Standard– und H–Systeme. Da die Kommunikationsperformance der Standardsysteme deutlich größer ist als die der redundant laufenden H–Systeme, wird die Sättigung in den heutigen Anlagen nur sehr selten erreicht.

Bei H–Systemen hingegen sind Synchronisationen erforderlich, um den Gleichlauf zu erhalten. Dies erhöht die Bausteinlaufzeit und senkt die Kommunikationsperformance. Deshalb wird die Leistungsgrenze früher erreicht. Befindet sich das redundant laufende H–System nicht an der Leistungsgrenze, so gilt als Richtwert, dass die Performance gegenüber dem Standardsystem um den Faktor 2 bis 3 geringer ist.

Welche Größen beeinflussen die Kommunikationslast?

Die Kommunikationslast wird von folgenden Größen beeinflusst:

- Anzahl Verbindungen/angeschlossene BuB–Systeme
- Anzahl Variablen bzw. Anzahl der Variablen in über WinCC oder auf OPs angezeigten Bildern.
- Art der Kommunikation (BuB, S7–Kommunikation, S7–Meldefunktionen, S5–kompatible Kommunikation, ...)
- Die projektierte maximale Zyklusverlängerung durch Kommunikation

In den folgenden Abschnitten wird aufgezeigt, wodurch die Kommunikationsperformance beeinflusst wird.

11.8 Allgemeine Aussagen zur Kommunikation

Reduzieren Sie die Anzahl der Kommunikationsaufträge je Sekunde soweit wie möglich. Nutzen Sie bei Kommunikationsaufträgen die maximale Nutzdatenlänge indem Sie z.B. mehrere Variablen bzw. Datenbereiche in einem Leseauftrag zusammenfassen.

Jeder Auftrag benötigt eine Bearbeitungszeit und sollte daher erst nach Ablauf dieser Zeit auf seinen Status überprüft werden.

Ein Hilfsmittel für die Abschätzung der Bearbeitungszeit finden Sie im Internet zum kostenlosen Download unter:

Service & Support (http://www.siemens.com/automation/service&support) ID 1651770

Rufen Sie Kommunikationsaufträge so auf, dass die Daten nach Möglichkeit ereignisgesteuert übertragen werden. Prüfen Sie das Ergebnis der Datenübertragung nur solange, bis der Auftrag abgeschlossen wurde.

Rufen Sie die Kommunikationsbausteine zeitlich gestaffelt und im Zyklus untersetzt auf, um die Kommunikationslast gleichmäßiger zu verteilen.

Wenn keine Nutzdaten übertragen werden sollen, dann können Sie den Bausteinaufruf mit einem bedingten Sprung übergehen.

Zwischen S7–Komponenten erzielen Sie eine deutlich höhere Kommunikationsperformance, wenn Sie die S7–Kommunikationsfunktionen anstatt der S5–kompatiblen Kommunikationsfunktionen einsetzen.

Verwenden Sie die S5–kompatible Kommunikation (FB "AG_SEND", FB "AG_RECV", AP_RED) nur dann, wenn S7–Komponenten mit Nicht–S7–Komponenten kommunizieren sollen, da die S5–kompatiblen Kommunikationsfunktionen (FB "AG_SEND", FB "AG_RECV", AP_RED) eine deutlich höhere Kommunikationslast erzeugen.

Softwarepaket AP–Red

Beschränken Sie bei Einsatz des Softwarepakets "AP_RED" die Nutzdatengröße auf 240 Byte. Sollten größere Datenmengen erforderlich sein, so übertragen Sie diese durch sequentielle Aufrufe der Bausteine.

Das Softwarepaket "AP_RED" nutzt die Mechanismen der FB "AG_SEND" und FB "AG_RCV". Benutzen Sie APRED nur zur Kopplung mit SIMATIC S5 / S5-H Steuerungen oder Fremdgeräten die nur S5-kompatible Kommunikation unterstützen.

S7–Kommunikation (SFB 12 "BSEND" und SFB 13 "BRCV")

Achten Sie darauf, dass ein SFB 12 "BSEND" im Anwenderprogramm nicht häufiger aufgerufen wird, als der zugehörige SFB 13 "BRCV" im Kommunikationspartner.

S7–Kommunikation (SFB 8 "USEND" und SFB 9 "URCV")

Nutzen Sie einen SFB 8 "USEND" nur ereignisgesteuert, da dieser Baustein eine hohe Kommunikationslast erzeugen kann.

Achten Sie darauf, dass ein SFB 8 "USEND" im Anwenderprogramm nicht häufiger aufgerufen wird, als der zugehörige SFB 9 "URCV" im Kommunikationspartner.

SIMATIC–OPs, SIMATIC–MPs

Verwenden Sie in einem H–System maximal 4 OPs bzw. 4 MPs. Sollten mehr OPs/MPs erforderlich sein, so ist eine Gesamtbetrachtung Ihrer Automatisierungsaufgabe notwendig. Wenden Sie sich dann an Ihren SIMATIC–Vertriebspartner.

Wählen Sie die Zykluszeit für die Bildaktualisierung nicht kleiner als 1s und erhöhen Sie diese ggf. auf 2 s.

Stellen Sie sicher, dass alle Variablen eines Bildes mit der gleichen Zykluszeit angefordert werden, damit die Aufträge zum Lesen von Variablen optimal zusammengefasst werden können.

OPC–Server

Wenn mehrere HMI–Geräte mit OPC zur Visualisierung an ein H–System angeschlossen sind, so halten Sie die Anzahl der OPC–Server, die auf das H–System zugreifen, gering. Die OPC–Clients sollten sich an einen gemeinsamen OPC–Server wenden, der dann die Daten aus dem H–System ausliest.

Durch Nutzung von WinCC und dessen Client–/Server–Konzept können Sie den Datenaustausch optimieren.

HMI–Geräte von einigen Fremdherstellern unterstützen das S7–Kommunikationsprotokoll. Nutzen Sie diese Option.

Projektierung mit STEP 7 12

12.1 Projektierung mit STEP 7

Dieses Kapitel fasst einige zentrale Punkte zusammen, die bei der Projektierung eines hochverfügbaren Systems beachtet werden müssen.

Der zweite Abschnitt befasst sich mit den PG–Funktionen in STEP 7.

Eine weitergehende Beschreibung finden Sie in der Basishilfe zum Thema *Konfigurieren von H–Systemen*.

12.2 Projektieren mit STEP 7

Die grundsätzliche Vorgehensweise zur Projektierung der S7–400H unterscheidet sich nicht von derjenigen, die bei der S7–400 angewandt wird, d.h.

- Anlegen von Projekten und Stationen.
- Konfigurieren von Hardware und Vernetzung.
- Laden der Systemdaten in das Zielsystem.

Auch die einzelnen Schritte, die hierfür erforderlich sind, sind größtenteils mit denen identisch, die von der S7–400 her bekannt sind.

ACHTUNG
Benötigte OBs
In der S7–400H müssen Sie immer folgende Fehler–OBs auf die CPU laden: OB 70, OB 72, OB 80, OB 82, OB 83, OB 85, OB 86, OB 87, OB 88, OB 121 und OB 122. Werden diese OBs nicht geladen, so geht das H–System im Fehlerfall in den Systemzustand STOP.

Anlegen einer H–Station

Die SIMATIC H–Station ist im SIMATIC Manager ein eigener Stationstyp. Sie ermöglicht die Projektierung von zwei Zentralgeräten mit je einer CPU und damit den redundanten Aufbau der H–Station.

12.2.1 Regeln für die Bestückung einer H–Station

Zusätzlich zu den Regeln, die allgemein für die Anordnung von Baugruppen in S7–400 gelten, sind bei einer H–Station folgende Bedingungen einzuhalten:

- Die Zentralbaugruppen müssen an den jeweils gleichen Steckplätzen eingefügt werden.
- Redundant eingesetzte externe DP–Masteranschaltungen oder Kommunikationsbaugruppen müssen an den jeweils gleichen Steckplätzen eingefügt werden.
- Externe DP–Masteranschaltungen für redundante DP–Mastersysteme dürfen nur in den Zentralgeräten gesteckt werden und nicht in Erweiterungsgeräten.
- Redundant eingesetzte Baugruppen, (z. B. CPU 417–4H, DP–Slaveanschaltung IM 153–2) müssen identisch sein, d.h. sie müssen dieselbe Bestellnummer und denselben Erzeugnis–Stand bzw. Firmware–Stand aufweisen.

Aufbauregeln

- Eine H–Station kann maximal 20 Erweiterungsgeräte enthalten.
- Baugruppenträger mit gerader Nummer können nur dem Zentralgerät 0 und Baugruppenträger mit ungerader Nummer nur dem Zentralgerät 1 zugeordnet werden.
- Baugruppen mit K–Bus–Anschluss können nur in den Baugruppenträgern 0 bis 6 betrieben werden.
- In geschalteter Peripherie sind K–Bus–fähige Baugruppen nicht zulässig.
- Zum Betrieb von CPs zur hochverfügbaren Kommunikation in Erweiterungsgeräten ist auf deren Baugruppenträgernummern zu achten:

  Die Nummern müssen direkt aufeinanderfolgen und mit der geraden Nummer beginnen, also z.B. Baugruppenträgernummer 2 und 3, nicht jedoch Baugruppenträgernummer 3 und 4.
- Bei Bestückung eines Zentralgeräts mit DP–Master–Baugruppen wird ab DP–Master Nr. 9 auch eine Baugruppenträgernummer vergeben. Die Anzahl möglicher Erweiterungsgeräte wird dadurch verringert.

Die Einhaltung der Regeln wird von STEP 7 automatisch überwacht und bei der Projektierung entsprechend berücksichtigt.

12.2.2 Hardware konfigurieren

Der einfachste Weg, einen redundanten Hardware–Aufbau zu erreichen, besteht darin, zunächst **einen** Baugruppenträger mit allen redundant auszuführenden Komponenten vollständig zu bestücken sowie zu parametrieren und anschließend zu kopieren.

Danach können Sie die unterschiedlichen Adressen angeben (nur für einseitige Peripherie!) und weitere, nicht redundante Baugruppen in einzelnen Baugruppenträgern anordnen.

Besonderheiten in der Darstellung der Hardware–Konfiguration

Um das schnelle Erkennen eines redundanten DP–Mastersystems zu ermöglichen, wird dieses durch zwei dicht nebeneinander liegende DP–Leitungen dargestellt.

12.2.3 Parametrieren von Baugruppen in einer H–Station

Einleitung

Die Vorgehensweise beim Parametrieren der Baugruppen einer H–Station unterscheidet sich nicht von derjenigen, die bei S7–400–Standardstationen angewendet wird.

Vorgehensweise

Alle Parameter der redundanten Komponenten mit Ausnahme von MPI– und Kommunikationsadressen müssen identisch eingestellt werden

Sonderfall Zentralbaugruppe

CPU–Parameter sind nur für CPU0 (Zentralbaugruppe im Baugruppenträger 0) einstellbar. Werte, die Sie dafür angeben, werden automatisch für CPU1 (Zentralbaugruppe im Baugruppenträger 1) übernommen. Mit Ausnahme folgender Parameter können die Einstellungen der CPU1 nicht verändert werden:

- MPI–Parameter der CPU
- CPU-Name, Anlagenkennzeichnung, Ortskennzeichnung

Projektierung von Baugruppen, die im Peripherie–Adressraum adressiert werden

Projektieren Sie eine Baugruppe, die im Peripherie–Adressraum adressiert wird, immer so, dass sie entweder komplett innerhalb oder komplett außerhalb des Prozessabbildes liegt.

Andernfalls ist die Konsistenz nicht mehr gewährleistet und es können verfälschte Daten entstehen.

Peripheriezugriff über Wort– und Doppelwortbefehle

Sind bei einem Peripheriezugriff über Wort– und Doppelwortbefehle zwar das erste Byte bzw. die ersten ein bis drei Bytes vorhanden, der Rest des adressierten Bereichs jedoch nicht, so wird in den Akku "0" geladen.

Beispiel: In der S7–400H ist die Peripherie mit der Adresse 8 und 9 vorhanden; die Adressen 10 und 11 sind nicht benutzt. Der Zugriff L ED 8 führt dazu, dass in den Akku der Wert DW#16#00000000 geladen wird.

12.2.4 Empfehlungen zum Einstellen der CPU–Parameter

CPU–Parameter, die das zyklische Verhalten bestimmen

Die CPU–Parameter, die das zyklische Verhalten des Systems bestimmen, geben Sie im Register "Zyklus/Taktmerker" vor.

Empfohlene Einstellungen:

- Eine möglichst große Zyklusüberwachungszeit, z. B. 6000 ms
- OB 85–Aufruf bei Peripheriezugriffsfehler: Nur bei kommenden und gehenden Fehlern

Meldungsanzahl im Diagnosepuffer

Die Anzahl der Meldungen im Diagnosepuffer geben Sie im Register "Diagnose/Uhr" vor.

Wir empfehlen, eine große Anzahl einzustellen, z. B. 1500.

Überwachungszeit für die Übertragung der Parameter an Baugruppen

Diese Überwachungszeit geben Sie im Register "Anlauf" vor. Sie ist abhängig vom Ausbaugrad der H–Station. Bei zu kurz eingestellter Überwachungszeit trägt die CPU das Ereignis W#16#6547 in den Diagnosepuffer ein.

Bei einigen Slaves (z.B. IM 157) sind diese Parameter in Systemdatenbausteine gepackt. Die Übertragungszeit der Parameter ist abhängig von folgenden Größen:

- Baudrate des Bussystems (hohe Baudrate => kurze Übertragungszeit)
- Größe der Parameter und der Systemdatenbausteine (große Parameterlänge => große Übertragungszeit)
- Belastung des Bussystems (viele Slaves => längere Übertragungsrate;
  Hinweis: Bei Neuanlauf des DP–Masters, z.B. nach Netz AUS/EIN, ist die Buslast am höchsten

Empfohlene Einstellung: 600 entspricht 60s.

Hinweis

Die H–spezifischen CPU–Parameter und damit auch die Überwachungszeiten werden automatisch berechnet. Dabei wird für die Arbeitsspeicherbelegung aller Datenbausteine ein CPU–spezifischer Default–Wert zu Grunde gelegt. Sollte Ihr H–System nicht ankoppeln, überprüfen Sie die Angaben zur Belegung des Datenspeichers (HW–Konfig -> Eigenschaften der CPU -> H–Parameter -> Arbeitsspeicherbelegung aller Datenbausteine).

ACHTUNG
Der CP443–5 Extended (Bestellnummer 6GK7443–5DX03) darf in einer S7–400H bzw. S7–400FH bei Anbindung eines DP/PA– oder Y–Link (IM157, Bestellnummer 6ES7157-0AA00-0XA0, 6ES7157-0AA80-0XA0, 6ES7157-0AA81-0XA0) nur für Übertragungsraten bis 1,5 MBaud eingesetzt werden. Abhilfe: siehe FAQ 11168943 bei Service & Support (http://www.siemens.com/automation/service&support)

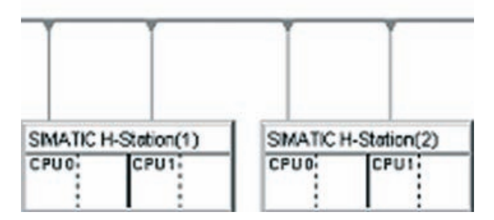
12.2.5 Vernetzung konfigurieren

Die hochverfügbare S7–Verbindung ist ein eigener Verbindungstyp der Applikation "Netze konfigurieren". Durch sie können folgende Verbindungspartner miteinander kommunizieren:

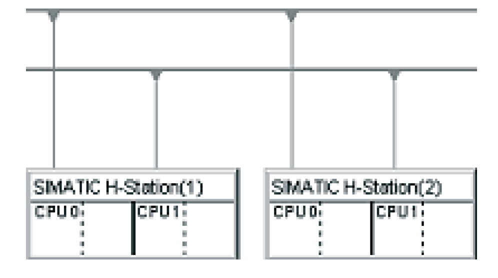
- S7–400 H–Station (mit 2 H–CPU)-> S7–400 H–Station (mit 2 H–CPU)
- S7–400 Station (mit 1 H–CPU) -> S7–400 H–Station (mit 2 H–CPU)
- S7–400 Station (mit 1 H–CPU) -> S7–400 Station (mit 1 H–CPU)
- SIMATIC PC–Stationen -> S7–400 H–Station (mit 2 H–CPU)

Bei der Projektierung dieses Verbindungstyps ermittelt die Applikation automatisch die Anzahl der möglichen Verbindungswege:

- Wenn zwei unabhängige, aber identische Subnetze zur Verfügung stehen, die für eine S7–Verbindung geeignet sind (DP–Mastersysteme), werden zwei Verbindungswege genutzt. In der Praxis sind dies meist elektrische Netze, je ein CP in einem Subnetz:



- Wenn nur ein DP-Mastersystem zur Verfügung steht – in der Praxis typischerweise Lichtwellenleiter –, werden für eine Verbindung zwischen zwei H–Stationen vier Verbindungswege genutzt. Alle CPs befinden sich in diesem Subnetz:



Laden der Netzkonfiguration in die H–Station

Die Netzkonfiguration kann in einem Arbeitsgang in die gesamte H–Station geladen werden. Dazu müssen die gleichen Voraussetzungen erfüllt sein wie zum Laden in eine Standardstation.

12.3 PG–Funktionen in STEP 7

Darstellung im SIMATIC Manager

Um den Besonderheiten einer H–Station gerecht zu werden, unterscheidet sich die Darstellung und die Bearbeitung im SIMATIC Manager in folgenden Punkten von derjenigen einer S7–400–Standardstation:

- In der Offline–Ansicht wird das S7–Programm nur unter der CPU0 der H–Station angezeigt. Unter der CPU1 ist kein S7–Programm sichtbar.
- In der Online–Ansicht wird das S7–Programm unter beiden Zentralbaugruppen angezeigt und kann dort angewählt werden.

Kommunikationsfunktionen

Für PG–Funktionen, die zum Aufbau einer Online–Verbindung führen (z.B. Laden und Löschen von Bausteinen), muss immer eine der beiden CPUs markiert sein, auch wenn sich die Funktion über die Redundanzkopplung auf das Gesamtsystem auswirkt.

- Daten, die im redundanten Betrieb in einer der Zentralbaugruppen geändert werden, wirken sich über die Redundanzkopplung auch auf die andere CPU aus.
- Daten, die bei nicht bestehender Redundanzkopplung geändert werden, also im Solobetrieb, wirken sich zunächst nur auf die bearbeitete CPU aus. Beim nächsten Ankoppeln und Aufdaten werden die Bausteine von der Master–CPU in die Reserve–CPU übernommen. Ausnahme: nach einer Konfigurationsänderung werden keine neuen Bausteine übernommen (nur die unveränderten Datenbausteine). Das Laden der Bausteine liegt hier in Anwenderverantwortung.

Ausfall und Tausch von Komponenten im laufenden Betrieb 13

13.1 Ausfall und Tausch von Komponenten im laufenden Betrieb

Entscheidend für den unterbrechungsfreien Betrieb der hochverfügbaren Steuerung ist das Ersetzen ausgefallener Komponenten im laufenden Betrieb. Durch eine schnelle Reparatur wird die Hochverfügbarkeit wieder hergestellt.

In den folgenden Abschnitten zeigen wir Ihnen, wie einfach und schnell das Reparieren und Tauschen von Komponenten der S7–400H möglich ist. Bitte beachten Sie auch die Hinweise in den entsprechenden Kapiteln des Installationshandbuchs *Automatisierungssysteme S7–400, Aufbauen*

13.2 Ausfall und Tausch von Komponenten im laufenden Betrieb

Welche Komponenten können getauscht werden?

Im laufenden Betrieb können folgende Komponenten getauscht werden:

- Zentralbaugruppen (z.B. CPU 417–4H)
- Stromversorgungsbaugruppen (z.B. PS 405, PS 407)
- Signal– und Funktionsbaugruppen
- Kommunikationsbaugruppen
- Synchronisationsmodule und Lichtwellenleiter
- Anschaltungen (z.B. IM 460, IM 461)

13.2.1 Ausfall und Tausch einer CPU

Nicht immer ist ein kompletter Tausch der CPU notwendig. Betrifft der Ausfall den Ladespeicher, so reicht ein Austausch der betreffenden Speicherkarte. Beide Fälle sind im folgenden beschrieben.

Ausgangssituation für Tausch der CPU

Ausfall	Wie reagiert das System?
Die S7–400H befindet sich im Systemzustand Redundant und eine CPU fällt aus.	• Partner–CPU wechselt in Solobetrieb. • Partner–CPU meldet das Ereignis im Diagnosepuffer und über OB 72.

Voraussetzung für den Tausch

Der unten beschriebene Baugruppentausch ist nur möglich, wenn die "neue" CPU

- den gleichen Stand des Betriebssystems besitzt wie die ausgefallene CPU und
- über den gleichen Ladespeicher verfügt wie die ausgefallene CPU.

ACHTUNG
Neue CPUs werden immer mit dem aktuellen Stand des Betriebssystems ausgeliefert. Wenn sich dieser vom Stand des Betriebssystems der noch vorhandenen CPU unterscheidet, müssen Sie die neue CPU mit demselben Stand des Betriebssystems ausstatten. Entweder erstellen Sie für die neue CPU eine Betriebssystem-Update-Card und übertragen damit das Betriebssystem auf die CPU oder Sie laden das benötigte Betriebssystem über HW-Konfig mit "Zielsystem -> Firmware aktualisieren", siehe Kapitel Firmware aktualisieren ohne Memory-Card (Seite 61).

Vorgehensweise

Gehen Sie beim **Tausch einer CPU** folgendermaßen vor:

Schritt	Was ist zu tun?	Wie reagiert das System?
1	Schalten Sie die Stromversorgungsbaugruppe ab.	• Komplettes Teilsystem ist abgeschaltet (System arbeitet im Solobetrieb).
2	Tauschen Sie die CPU. Achten Sie dabei auf korrekte Einstellung der Baugruppenträgernummer auf der CPU.	–
3	Stecken Sie die Synchronisationsmodule.	–
4	Stecken Sie die Lichtwellenleiterverbindungen der Synchronisationsmodule.	–
5	Schalten Sie die Stromversorgungsbaugruppe wieder ein.	• CPU bearbeitet die Selbsttests und geht in STOP.
6	Führen Sie an der getauschten CPU Urlöschen durch.	–
7	Starten Sie die getauschte CPU (z.B. STOP³RUN oder Start über PG).	• CPU führt automatisches ANKOPPELN und AUFDATEN durch. • CPU wechselt in RUN und arbeitet als Reserve–CPU.

Ausgangssituation für Tausch des Ladespeichers

Ausfall	Wie reagiert das System?
Die S7–400H befindet sich im Systemzustand Redundant und es wird ein **Fehlzugriff auf den Ladespeicher** ausgeführt.	• betroffene CPU geht auf STOP und stellt eine Urlöschanforderung. • Partner–CPU wechselt in Solobetrieb.

Vorgehensweise

Gehen Sie beim **Tausch des Ladespeichers** folgendermaßen vor:

Schritt	Was ist zu tun?	Wie reagiert das System?
1	Tauschen Sie an der gestoppten CPU die Speicherkarte.	–
2	Führen Sie an der CPU mit der getauschten Speicherkarte ein Urlöschen durch.	–
3	Starten Sie die CPU.	• CPU führt automatisches ANKOPPELN und AUFDATEN durch. • CPU wechselt in RUN und arbeitet als Reserve–CPU.

13.2.2 Ausfall und Tausch einer Stromversorgungsbaugruppe

Ausgangssituation

Beide Zentralbaugruppen sind im RUN.

Ausfall	Wie reagiert das System?
Die S7–400H befindet sich im Systemzustand Redundant und eine Stromversorgungsbaugruppe fällt aus.	• Partner–CPU wechselt in Solobetrieb. • Partner–CPU meldet das Ereignis im Diagnosepuffer und über OB 72.

Vorgehensweise

Gehen Sie beim Tausch einer Stromversorgungsbaugruppe im Zentral–Rack folgendermaßen vor:

Schritt	Was ist zu tun?	Wie reagiert das System?
1	Schalten Sie die Netzversorgung aus (24 V DC bei PS 405 bzw. 120/230 V AC bei PS 407).	• Komplettes Teilsystem ist abgeschaltet (System arbeitet im Solobetrieb).
2	Tauschen Sie die Baugruppe.	–
3	Schalten Sie die Stromversorgungsbaugruppe wieder ein.	• CPU bearbeitet die Selbsttests . • CPU führt automatisches ANKOPPELN und AUFDATEN durch. • CPU wechselt in RUN (Systemzustand Redundant) und arbeitet als Reserve–CPU.

Hinweis

Redundante Stromversorgung

Beim Einsatz einer redundanten Stromversorgung PS 407 10A R sind einer H–CPU zwei Stromversorgungsbaugruppen zugeordnet. Wenn ein Teil der redundanten Stromversorgungsbaugruppe PS 407 10A R ausfällt, läuft die zugehörige CPU weiter. Der Tausch des defekten Teils kann im laufenden Betrieb durchgeführt werden.

Sonstige Stromversorgungsbaugruppen

Handelt es sich beim Ausfall um eine Stromversorgungsbaugruppe außerhalb des Zentral–Racks (z.B. im Erweiterungs–Rack oder im Periphergerät), wird der Ausfall als Rackausfall (zentral) oder Stationsausfall (dezentral) gemeldet. In diesem Fall schalten Sie nur die Netzversorgung für die betroffene Stromversorgung ab.

13.2.3 Ausfall und Tausch einer Ein–/Ausgabe– oder Funktionsbaugruppe

Ausgangssituation

Ausfall	Wie reagiert das System?
Die S7–400H befindet sich im Systemzustand Redundant und eine Ein–/Ausgabe– oder Funktionsbaugruppe fällt aus.	• Beide CPUs melden das Ereignis im Diagnosepuffer und über entsprechende OBs.

Vorgehensweise



Unterschiedliche Vorgehensweise beachten.

Es kann eine leichte Körperverletzung und Sachschaden eintreten.

Die Vorgehensweise beim Tausch einer Ein-/Ausgabe- oder Funktionsbaugruppe ist für Baugruppen der S7-300 und der S7-400 unterschiedlich.

Halten Sie beim Tausch einer Baugruppe die korrekte Vorgehensweise ein. Die jeweils korrekte Vorgehensweise ist für die S7-300 und die S7-400 nachfolgend beschrieben.

Gehen Sie beim Tausch von Signal– und Funktionsbaugruppen der S7-300 folgendermaßen vor:

Schritt	Was ist zu tun?	Wie reagiert das System?
1	Ziehen Sie die ausgefallene Baugruppe (im RUN).	• Beide CPUs bearbeiten synchron den Ziehen/Stecken–Alarm–OB 83.
2	Ziehen Sie den Frontstecker samt Verkabelung ab.	• Aufruf des OB 82, falls die betroffene Baugruppe diagnosealarmfähig ist und Diagnosealarme per Projektierung freigegeben sind • Aufruf des OB 122, falls Sie per Direktzugriff auf die Baugruppe zugreifen • Aufruf des OB 85, falls Sie mittels Prozessabbild auf die Baugruppe zugreifen
3	Stecken Sie den Frontstecker auf die neue Baugruppe.	• Aufruf des OB 82, falls die betroffene Baugruppe diagnosealarmfähig ist und Diagnosealarme per Projektierung freigegeben sind
4	Stecken Sie die neue Baugruppe.	• Beide CPUs bearbeiten synchron den Ziehen/Stecken–Alarm–OB 83. • Baugruppe wird von der betreffenden CPU automatisch parametriert und wieder angesprochen.

Gehen Sie beim Tausch von Signal– und Funktionsbaugruppen der S7-400 folgendermaßen vor:

Schritt	Was ist zu tun?	Wie reagiert das System?
1	Ziehen Sie den Frontstecker samt Verkabelung ab.	• Aufruf des OB 82, falls die betroffene Baugruppe diagnosealarmfähig ist und Diagnosealarme per Projektierung freigegeben sind • Aufruf des OB 122, falls Sie per Direktzugriff auf die Baugruppe zugreifen • Aufruf des OB 85, falls Sie mittels Prozessabbild auf die Baugruppe zugreifen
2	Ziehen Sie die ausgefallene Baugruppe (im RUN).	• Beide CPUs bearbeiten synchron den Ziehen/Stecken–Alarm–OB 83.
3	Stecken Sie die neue Baugruppe.	• Beide CPUs bearbeiten synchron den Ziehen/Stecken–Alarm–OB 83. • Baugruppe wird von der betreffenden CPU automatisch parametriert und wieder angesprochen.
4	Stecken Sie den Frontstecker auf die neue Baugruppe.	• Aufruf des OB 82, falls die betroffene Baugruppe diagnosealarmfähig ist und Diagnosealarme per Projektierung freigegeben sind

13.2.4 Ausfall und Tausch einer Kommunikationsbaugruppe

In diesem Abschnitt sind Ausfall und Tausch von Kommunikationsbaugruppen für PROFIBUS bzw. Industrial Ethernet beschrieben.

Ausfall und Tausch von Kommunikationsbaugruppen für PROFIBUS–DP sind beschrieben in Kapitel Ausfall und Tausch eines PROFIBUS–DP–Masters (Seite 201).

Ausgangssituation

Ausfall	Wie reagiert das System?
Die S7–400H befindet sich im Systemzustand Redundant und eine Kommunikationsbaugruppe fällt aus.	• Beide CPUs melden das Ereignis im Diagnosepuffer und über entsprechende OBs. • Bei Kommunikation über Standard–Verbindungen: Verbindung gestört • Bei Kommunikation über redundante Verbindungen: Kommunikation wird ohne Unterbrechung über alternativen Kanal aufrechterhalten.

Vorgehensweise

Gehen Sie beim Tausch einer Kommunikationsbaugruppe für PROFIBUS bzw. Industrial Ethernet folgendermaßen vor:

Schritt	Was ist zu tun?	Wie reagiert das System?
1	Ziehen Sie die Baugruppe.	• Beide CPUs bearbeiten synchron den Ziehen/Stecken–Alarm–OB 83.
2	Stellen Sie sicher, dass die neue Baugruppe keine Parametrierdaten in ihrem integrierten FLASH–EPROM hat und stecken Sie sie.	• Beide CPUs bearbeiten synchron den Ziehen/Stecken–Alarm–OB 83. • Die Baugruppe wird von der entsprechenden CPU automatisch parametriert.
3	Schalten Sie die Baugruppe wieder ein.	• Baugruppe nimmt die Kommunikation wieder auf (System baut Kommunikationsverbindung automatisch auf).

13.2.5 Ausfall und Tausch von Synchronisationsmodul oder Lichtwellenleiter

In diesem Kapitel sind drei verschiedene Fehlerszenarien zu unterscheiden:

- Ausfall eines Synchronisationsmoduls bzw. Lichtwellenleiter
- Ausfall beider Synchronisationsmodule bzw. Lichtwellenleiter nacheinander
- Gleichzeitiger Ausfall beider Synchronisationsmodule bzw. Lichtwellenleiter

Die CPU zeigt über LED und über Diagnose an, ob die untere oder obere Redundanzkopplung ausgefallen ist. Nach dem Austausch der defekten Teile (Lichtwellenleiter bzw. Synchronisationsmodul) müssen die LEDs IFM1F bzw. IFM2F erlöschen.

Ausgangssituation

Ausfall	Wie reagiert das System?
Ausfall eines Lichtwellenleiters oder Synchronisationsmoduls: Die S7–400H befindet sich im Systemzustand Redundant und ein Lichtwellenleiter oder ein Synchronisationsmodul fällt aus.	• Master–CPU meldet das Ereignis im Diagnosepuffer und über OB 72. • Die Reserve-CPU geht für einige Minuten in Fehlersuchbetrieb. Wird während dieser Zeit der Fehler behoben, dann geht die Reserve-CPU in den Systemzustand Redundant, ansonsten geht sie in STOP. • Die Diagnose–LED am Synchronisationsmodul leuchtet

Vorgehensweise

Gehen Sie beim Tausch eines Synchronisationsmoduls bzw. Lichtwellenleiters folgendermaßen vor:

Schritt	Was ist zu tun?	Wie reagiert das System?
1	Überprüfen Sie zuerst den Lichtwellenleiter.	–
2	Starten Sie die Reserve–CPU (z.B. STOP-RUN oder Start über PG).	Folgende Reaktionen sind möglich: 1. Die CPU geht in RUN. 2. Die CPU geht in STOP. In diesem Fall müssen Sie mit Schritt 3 fortfahren.
3	Ziehen Sie das defekte Synchronisationsmodul aus der Reserve–CPU.	–
4	Stecken Sie das neue Synchronisationsmodul in die Reserve–CPU.	–
5	Stecken Sie die Lichtwellenleiterverbindungen der Synchronisationsmodule.	• Die Diagnose–LED am Synchronisationsmodul erlischt • Beide CPUs melden das Ereignis im Diagnosepuffer

Schritt	Was ist zu tun?	Wie reagiert das System?
6	Starten Sie die Reserve–CPU (z.B. STOP-RUN oder Start über PG).	Folgende Reaktionen sind möglich: 1. Die CPU geht in RUN. 2. Die CPU geht in STOP. In diesem Fall müssen Sie mit Schritt 7 fortfahren.
7	Wenn bei Schritt 6 die Reserve–CPU in STOP gegangen ist: Ziehen Sie das Synchronisationsmodul aus der Master–CPU.	• Master–CPU bearbeitet Ziehen/Stecken–Alarm–OB 83 und Redundanzfehler–OB 72 (kommend).
8	Stecken Sie das neue Synchronisationsmodul in die Master–CPU.	• Master–CPU bearbeitet Ziehen/Stecken–Alarm–OB 83 und Redundanzfehler–OB 72 (gehend).
9	Stecken Sie die Lichtwellenleiterverbindungen der Synchronisationsmodule.	–
10	Starten Sie die Reserve–CPU (z.B. STOP-RUN oder Start über PG).	• CPU führt automatisches ANKOPPELN und AUFDATEN durch. • CPU wechselt in RUN (Systemzustand Redundant) und arbeitet als Reserve–CPU.

Hinweis

Werden nacheinander beide Lichtwellenleiter bzw. Synchronisationsmodule beschädigt oder getauscht, ist das Systemverhalten dasselbe wie oben beschrieben.

Die einzige Ausnahme besteht darin, dass die Reserve–CPU nicht in STOP geht, sondern Urlöschen anfordert.

Ausgangssituation

Ausfall	Wie reagiert das System?
Gleichzeitiger Ausfall beider Lichtwellenleiter oder Synchronisationsmodule: Die S7–400H befindet sich im Systemzustand Redundant und **beide** Lichtwellenleiter oder Synchronisationsmodule fallen aus.	• Beide CPUs melden das Ereignis im Diagnosepuffer und über OB 72. • Beide CPUs werden zur Master–CPU und bleiben im RUN. • Die Diagnose–LED am Synchronisationsmodul leuchtet

Vorgehensweise

Der beschriebene Doppelfehler führt zu Redundanzverlust. Gehen Sie in diesem Fall folgendermaßen vor:

Schritt	Was ist zu tun?	Wie reagiert das System?
1	Schalten Sie ein Teilsystem ab.	–
2	Tauschen Sie die defekten Komponenten aus.	–
3	Schalten Sie das Teilsystem wieder ein.	• Die LEDs IFM1F und IFMF2F erlöschen. Die Reserve–LED leuchtet.
4	Starten Sie die CPU (z.B. Start über PG oder STOP³RUN).	• CPU führt automatisches ANKOPPELN und AUFDATEN durch. • CPU wechselt in RUN (Systemzustand Redundant) und arbeitet als Reserve–CPU.

Ausfall und Tausch einer Anschaltung IM 460 und IM 461

Die Anschaltungen IM 460 und IM 461 ermöglichen den Anschluss von Erweiterungsgeräten.

Ausgangssituation

Ausfall	Wie reagiert das System?
Die S7–400H befindet sich im Systemzustand Redundant und eine Anschaltungsbaugruppe fällt aus.	• Das angeschlossene Erweiterungsgerät ist abgeschaltet. • Beide CPUs melden das Ereignis im Diagnosepuffer und über OB 86.

Vorgehensweise

Gehen Sie beim Tausch einer Anschaltungsbaugruppe folgendermaßen vor:

Schritt	Was ist zu tun?	Wie reagiert das System?
1	Schalten Sie die Stromversorgung des Zentralgeräts ab.	• Die Partner–CPU wechselt in Solobetrieb.
2	Schalten Sie die Stromversorgung des Erweiterungsgeräts ab, in dem Sie die Anschaltung tauschen wollen.	–
3	Ziehen Sie die Anschaltung.	–
4	Stecken Sie die neue Anschaltung und schalten Sie die Stromversorgung des Erweiterungsgeräts wieder ein.	–
5	Schalten Sie die Stromversorgung des Zentralgeräts wieder ein und starten Sie die CPU.	• CPU führt automatisches ANKOPPELN und AUFDATEN durch. • CPU wechselt in RUN und arbeitet als Reserve–CPU.

13.2.6 Ausfall und Tausch einer Anschaltung IM 460 und IM 461

Ausgangssituation

Ausfall	Wie reagiert das System?
Die S7–400H befindet sich im Systemzustand Redundant und eine Anschaltungsbaugruppe fällt aus.	• Das angeschlossene Erweiterungsgerät ist abgeschaltet. • Beide CPUs melden das Ereignis im Diagnosepuffer und über OB 86.

Vorgehensweise

Gehen Sie beim Tausch einer Anschaltungsbaugruppe folgendermaßen vor:

Schritt	Was ist zu tun?	Wie reagiert das System?
1	Schalten Sie die Stromversorgung des Zentralgeräts ab.	• Die Partner–CPU wechselt in Solobetrieb.
2	Schalten Sie die Stromversorgung des Erweiterungsgeräts ab, in dem Sie die Anschaltung tauschen wollen.	–
3	Ziehen Sie die Anschaltung.	–
4	Stecken Sie die neue Anschaltung und schalten Sie die Stromversorgung des Erweiterungsgeräts wieder ein.	–
5	Schalten Sie die Stromversorgung des Zentralgeräts wieder ein und starten Sie die CPU.	• CPU führt automatisches ANKOPPELN und AUFDATEN durch. • CPU wechselt in RUN und arbeitet als Reserve–CPU.

13.3 Ausfall und Tausch von Komponenten der dezentralen Peripherie

Welche Komponenten können getauscht werden?

Im laufenden Betrieb können die folgenden Komponenten der dezentralen Peripherie getauscht werden:

- PROFIBUS–DP–Master
- PROFIBUS–DP–Anschaltung (IM 153–2 oder IM 157)
- PROFIBUS–DP–Slave
- PROFIBUS–DP–Leitung

Hinweis

Der Tausch von Ein–/Ausgabe– oder Funktionsbaugruppen, die sich in einer dezentralen Station befinden, wurde bereits in Kapitel Ausfall und Tausch einer Ein–/Ausgabe– oder Funktionsbaugruppe (Seite 194) beschrieben.

13.3.1 Ausfall und Tausch eines PROFIBUS–DP–Masters

Ausgangssituation

Ausfall	Wie reagiert das System?
Die S7–400H befindet sich im Systemzustand Redundant und eine DP–Masterbaugruppe fällt aus.	• Bei einkanalig einseitiger Peripherie: DP–Master kann angeschlossene DP–Slaves nicht mehr bearbeiten. • Bei geschalteter Peripherie: DP–Slaves werden über den DP–Master des Partners angesprochen.

Vorgehensweise

Gehen Sie beim Tausch eines PROFIBUS–DP–Masters folgendermaßen vor:

Schritt	Was ist zu tun?	Wie reagiert das System?
1	Schalten Sie die Stromversorgung des Zentralgeräts ab.	Das H–System wechselt in Solobetrieb.
2	Ziehen Sie die Profibus–DP–Leitung der betroffenen DP–Masterbaugruppe.	–
3	Tauschen Sie die betroffene Baugruppe aus.	–

Schritt	Was ist zu tun?	Wie reagiert das System?
4	Stecken Sie die Profibus–DP–Leitung wieder auf.	–
5	Schalten Sie die Stromversorgung des Zentralgeräts ein.	• CPU führt automatisches ANKOPPELN und AUFDATEN durch. • CPU wechselt in RUN und arbeitet als Reserve–CPU.

13.3.2 Ausfall und Tausch einer redundanten PROFIBUS–DP–Anschaltung

Ausgangssituation

Ausfall	Wie reagiert das System?
Die S7–400H befindet sich im Systemzustand Redundant und eine PROFIBUS–DP–Anschaltung (IM 153–2, IM 157) fällt aus.	Beide CPUs melden das Ereignis im Diagnosepuffer und über OB 70.

Vorgehensweise für den Tausch

Gehen Sie beim Tausch der PROFIBUS–DP–Anschaltung folgendermaßen vor:

Schritt	Was ist zu tun?	Wie reagiert das System?
1	Schalten Sie die Versorgung für die betroffene DP–Anschaltung ab.	–
2	Ziehen Sie den angeschlossenen Busstecker ab.	–
3	Stecken Sie die neue PROFIBUS–DP–Anschaltung und schalten Sie die Versorgung wieder ein.	–
4	Stecken Sie den Busstecker wieder auf.	• CPUs bearbeiten synchron Baugruppenträgerausfall–OB 70 (gehendes Ereignis). • Für das System ist wieder redundanter Zugriff auf die Station möglich.

13.3.3 Ausfall und Tausch eines PROFIBUS–DP–Slaves

Ausgangssituation

Ausfall	Wie reagiert das System?
Die S7–400H befindet sich im Systemzustand Redundant und ein DP–Slave fällt aus.	Beide CPUs melden das Ereignis im Diagnosepuffer und über entsprechenden OB.

Vorgehensweise

Gehen Sie beim Tausch eines DP–Slaves folgendermaßen vor:

Schritt	Was ist zu tun?	Wie reagiert das System?
1	Schalten Sie die Versorgung für den DP–Slave ab.	–
2	Ziehen Sie den angeschlossenen Busstecker ab.	–
3	Tauschen Sie den DP–Slave aus.	–
4	Stecken Sie den Busstecker wieder auf und schalten Sie die Versorgung wieder ein.	• CPUs bearbeiten synchron Baugruppenträgerausfall–OB 86 (gehendes Ereignis) • DP–Slave kann von dem jeweiligen DP–Mastersystem angesprochen werden.

13.3.4 Ausfall und Tausch von PROFIBUS–DP–Leitungen

Ausgangssituation

Ausfall	Wie reagiert das System?
Die S7–400H befindet sich im Systemzustand Redundant und die PROFIBUS–DP–Leitung ist gestört.	• Bei einkanalig einseitiger Peripherie: Baugruppenträgerausfall–OB (OB 86) wird gestartet (kommendes Ereignis). DP–Master kann angeschlossene DP–Slaves nicht mehr bearbeiten (Stationsausfall). • Bei geschalteter Peripherie: Peripherie–Redundanzfehler–OB (OB 70) wird gestartet (kommendes Ereignis). DP–Slaves werden über den DP–Master des Partners angesprochen.

Vorgehensweise für den Tausch

Gehen Sie beim Tausch der PROFIBUS–DP–Leitungen folgendermaßen vor:

Schritt	Was ist zu tun?	Wie reagiert das System?
1	Überprüfen Sie die Verkabelung und lokalisieren Sie die unterbrochene PROFIBUS–DP–Leitung.	–
2	Wechseln Sie die defekte Leitung.	–
3	Schalten Sie die ausgefallenen Baugruppen in RUN.	CPUs bearbeiten synchron Fehler–OBs • Bei einseitiger Peripherie: Baugruppenträgerausfall–OB 86 (gehendes Ereignis) DP–Slaves können über das DP–Mastersystem angesprochen werden. • Bei geschalteter Peripherie: Peripherie–Redundanzfehler–OB 70 (gehendes Ereignis). DP–Slaves können über beide DP–Mastersysteme angesprochen werden.

Anlagenänderungen im laufenden Betrieb 14

14.1 Anlagenänderungen im laufenden Betrieb

Zusätzlich zu den in Kapitel Ausfall und Tausch von Komponenten im laufenden Betrieb (Seite 191) beschriebenen Möglichkeiten, ausgefallene Komponenten im

laufenden Betrieb zu ersetzen, kann in einem H-System auch eine Anlagenänderung durchgeführt werden, ohne das laufende Programm zu unterbrechen.

Die Vorgehensweise hängt zum Teil davon ab, ob Sie Ihr Anwenderprogramm in PCS 7 oder in STEP 7 bearbeiten.

Die nachfolgend beschriebenen Vorgehensweisen zu den Änderungen im laufenden Betrieb sind

jeweils so angelegt, dass sie vom Systemzustand Redundant (siehe Kapitel Die Systemzustände der S7–400H (Seite 84)) ausgehen und diesen auch wieder zum Ziel haben.

ACHTUNG
Halten Sie sich bei Anlagenänderungen im laufenden Betrieb streng an die in diesem Kapitel beschriebenen Regeln. Falls Sie gegen eine oder mehrere Regeln verstoßen, kann das Reaktionen des H–Systems zur Folge haben, die seine Verfügbarkeit einschränken, bis hin zum Ausfall des gesamten Automatisierungssystems. Führen Sie eine Anlagenänderung im laufenden Betrieb nur dann durch, wenn kein Redundanzfehler vorliegt, d. h. wenn die LED REDF nicht leuchtet. Andernfalls kann das Automatisierungssystem ausfallen. Die Ursache für einen Redundanzfehler ist im Diagnosepuffer eingetragen.

In dieser Beschreibung werden sicherheitsgerichtete Komponenten nicht berücksichtigt. Näheres zur Handhabung der Failsafe–Technik finden Sie im Handbuch *Automatisierungssysteme S7–400F und S7–400FH*.

14.2 Mögliche Hardware–Änderungen

Wie läuft eine Hardware–Änderung ab?

Sofern die betroffenen Hardware–Komponenten zum Ziehen oder Stecken unter Spannung geeignet sind, kann der Hardware–Umbau im Systemzustand Redundant erfolgen. Da jedoch das Laden einer geänderten Hardware–Konfiguration im Systemzustand Redundant zum Stop des H–Systems führen würde, muss dieses vorübergehend in den Solobetrieb gebracht werden. Im Solobetrieb wird dann der Prozess nur von einer CPU gesteuert, während an der anderen CPU die gewünschten Konfigurationsänderungen durchgeführt werden.

⚠ WARNUNG
Sie können während einer Hardware–Änderung Baugruppen entweder entfernen oder hinzufügen. Wenn Sie Ihr H–System so umbauen wollen, dass Sie Baugruppen entfernen und andere hinzufügen, müssen Sie hierzu zwei Hardware-Änderungen durchführen.

ACHTUNG
Konfigurationsänderungen dürfen Sie nur aus "Hardware konfigurieren" heraus in die CPU laden.

Da bei diesem Ablauf der Ladespeicherinhalt beider CPUs mehrmals geändert werden muss, empfiehlt sich eine (zumindest vorübergehende) Erweiterung des integrierten Ladespeichers mit einer RAM Card.

Den dafür ggf. erforderlichen Wechsel von FLASH Card auf RAM Card dürfen Sie nur dann vornehmen, wenn die FLASH Card höchstens so viel Speicherplatz hat wie die größte erhältliche RAM Card. Wenn Ihre FLASH Card größer ist als die größte erhältliche RAM Card, müssen Sie die erforderlichen Projektierungs– und Programmänderungen in so kleinen Schritten durchführen, dass diese jeweils im integrierten Ladespeicher Platz finden.

Synchronisationskopplung

Achten Sie bei allen Hardware-Änderungen darauf, dass die Synchronisationskopplung zwischen beiden CPUs wieder hergestellt ist, **bevor** Sie die Reserve-CPU starten bzw. einschalten. Wenn die Stromversorgungen der CPUs eingeschaltet sind, müssen die LEDs IFM1F und IFM2F, mit denen Fehler der Modulschnittstellen angezeigt werden, an beiden CPUs **erlöschen.**

Wenn eine der IFM-LEDs weiter leuchtet, selbst nachdem Sie die zugehörigen Synchronisationsmodule, die Synchronisationsleitungen und auch die Reserve-CPU getauscht haben, liegt ein Fehler auf der Master-CPU vor. Sie können dann dennoch auf die Reserve-CPU umschalten, indem Sie im STEP7-Dialogfeld "Umschalten" die Option "über nur eine intakte Redundanzkopplung" wählen.

Welche Komponenten können geändert werden?

Im laufenden Betrieb können folgende Änderungen am Hardware–Ausbau durchgeführt werden:

- Hinzufügen oder Entfernen von Baugruppen in den Zentral– oder Erweiterungsgeräten (z.B. einseitige Peripherie–Baugruppe).

ACHTUNG
Das Hinzufügen oder Entfernen der Anschaltungsbaugruppen IM460 und IM461, der externen DP–Master–Anschaltung CP443–5 Extended sowie der zugehörigen Steckleitungen ist nur im spannungslosen Zustand erlaubt.

- Hinzufügen oder Entfernen von Komponenten der Dezentralen Peripherie, wie
  - DP–Slaves mit redundanter Anschaltung (z.B. ET 200M, DP/PA–Link oder Y–Link)
  - einseitige DP–Slaves (in beliebigem DP–Mastersystem)
  - Baugruppen in modularen DP–Slaves
  - DP/PA–Koppler
  - PA–Geräte
- Ändern von bestimmten CPU–Parametern
- Ändern der Speicherbestückung der CPU
- Umparametrieren einer Baugruppe
- Baugruppe einem anderen Teilprozessabbild zuordnen
- Hochrüsten auf einen höheren Erzeugnisstand der CPU
- Masterwechsel mit nur noch einer verfügbaren Redundanzkopplung

Beachten Sie bei allen Änderungen die Regeln für die Bestückung einer H–Station (siehe Kapitel Regeln für die Bestückung einer H–Station (Seite 25)).

Worauf ist bereits bei der Anlagenplanung zu achten?

Damit geschaltete Peripherie im laufenden Betrieb erweitert werden kann, sind schon bei der Anlagenplanung folgende Punkte zu berücksichtigen:

- In beide Leitungen eines redundanten DP–Mastersystems sind in ausreichender Anzahl Abzweigstellen für Stichleitungen oder Trennstellen vorzusehen (Stichleitungen sind nicht zulässig bei Übertragungsgeschwindigkeiten von 12 MBit/s). Dies kann wahlweise in regelmäßigen Abständen oder an allen gut zugänglichen Stellen erfolgen.
- Beide Leitungen sind eindeutig zu kennzeichnen, damit nicht aus Versehen der gerade aktive Strang aufgetrennt wird. Diese Kennzeichnung sollte nicht nur an den Endpunkten einer Leitung ersichtlich sein, sondern an jeder möglichen neuen Anschluss–Stelle. Besonders geeignet sind dazu farblich unterschiedliche Leitungen.
- Modulare DP–Slave–Stationen (ET 200M), DP/PA–Links und Y–Links sind stets mit aktivem Rückwandbus aufzubauen und möglichst vollständig mit Busmodulen zu bestücken, da die Busmodule nicht im laufenden Betrieb gesteckt und gezogen werden dürfen.

- PROFIBUS DP– und PROFIBUS PA–Busleitungen sind an beiden Enden mit aktiven Busabschlusselementen auszustatten, damit die Leitungen auch während der Umbaumaßnahmen richtig abgeschlossen sind.
- PROFIBUS PA Bussysteme sollten mit Komponenten aus dem Produktspektrum von SpliTConnect (siehe interaktiver Katalog CA01) aufgebaut werden, damit ein Auftrennen von Leitungen nicht nötig wird.
- Geladene Datenbausteine dürfen nicht gelöscht und neu erzeugt werden, d.h. die SFC 22 "CREATE_DB" und 23 "DEL_DB" dürfen nicht auf DB–Nummern angewendet werden, die durch geladene DBs belegt sind.
- Stellen Sie sicher, dass zum Zeitpunkt der Anlagenänderung am PG/ES noch der aktuelle Stand des Anwenderprogramms als STEP 7–Projekt in Bausteinform verfügbar ist. Es genügt nicht, das Anwenderprogramm aus einer der CPUs in das PG/ES zurückzuladen oder aus einer AWL–Quelle neu zu übersetzen.

Änderungen der Hardware–Konfiguration

Im laufenden Betrieb dürfen mit wenigen Ausnahmen alle Teile der Konfiguration geändert werden. In der Regel führt eine Konfigurationsänderung auch zu einer Änderung des Anwenderprogramms.

Nicht geändert werden dürfen über eine Anlagenänderung im laufenden Betrieb:

- Bestimmte CPU–Parameter (Einzelheiten finden Sie in den jeweiligen Unterkapiteln)
- Die Übertragungsgeschwindigkeit (Baudrate) von redundanten DP–Master–Systemen
- S7– und S7 H–Verbindungen

Änderungen des Anwenderprogramms und der Verbindungsprojektierung

Die Änderungen des Anwenderprogramms und der Verbindungsprojektierung werden im Systemzustand Redundant in das Zielsystem geladen. Die Vorgehensweise ist abhängig von der verwendeten Software. Näheres dazu finden Sie in den Handbüchern *Programmieren mit STEP 7* und *PCS 7, Projektierungshandbuch*.

Hinweis

Durch ein Nachladen von Verbindungen / Netzübergängen ist ein Wechsel von RAM Card auf FLASH Card nicht mehr möglich.

Besonderheiten

- Nehmen Sie Änderungen nur in einem überschaubaren Umfang vor. Wir empfehlen pro Umkonfigurierungslauf nur einen DP–Master und/oder wenige DP–Slaves (z.B. nicht mehr als 5) zu ändern.
- Aktive Busmodule können bei IM 153–2 nur bei unterbrochener Stromversorgung gesteckt werden.

ACHTUNG
Beim Einsatz redundanter Peripherie die Sie auf Basis einseitiger Peripherie auf Anwenderebene realisiert haben (siehe Kapitel Weitere Möglichkeiten zum Anschluss von redundanter Peripherie (Seite 155)) müssen Sie folgendes berücksichtigen: Während des Ankoppelns und Aufdatens nach einer Anlagenänderung kann kurzfristig die Peripherie der bisherigen Master–CPU aus dem Prozessabbild ausgetragen sein bevor die (geänderte) Peripherie der "neuen" Master–CPU vollständig ins Prozessabbild eingetragen wurde. Dadurch kann während der ersten Prozessabbildaktualisierung nach einer Anlagenänderung der falsche Eindruck entstehen, dass die redundante Peripherie total ausgefallen ist oder dass die Peripherie redundant vorhanden sei. Eine korrekte Beurteilung des Redundanz–Status ist daher immer erst nach der kompletten Prozessabbildaktualisierung möglich. Bei den Baugruppen, die für den redundanten Betrieb freigegeben sind, (siehe Kapitel Anschluss von redundanter Peripherie (Seite 129)) tritt diese Besonderheit nicht auf.

Vorbereitungen

Um die Zeitspanne, während der das H–System zwangsweise im Solobetrieb läuft, möglichst kurz zu halten, führen Sie folgende Schritte aus, **bevor** Sie mit der Hardware–Änderung beginnen:

- Vergewissern Sie sich, dass die Speicherbestückung der CPUs für die neue Konfiguration und das neue Anwenderprogramm ausreicht. Erweitern Sie im Bedarfsfall erst die Speicherbestückung (siehe Kapitel Ändern der Speicherbestückung der CPU (Seite 248)).
- Achten Sie darauf, dass Baugruppen, die zwar gesteckt aber nicht konfiguriert sind, keine Auswirkungen auf den Prozess haben.

14.3 Hinzufügen von Komponenten bei PCS 7

Ausgangssituation

Sie haben sichergestellt, dass die CPU–Parameter (z.B. die Überwachungszeiten) zu dem geplanten neuen Programm passen. Ggf. müssen Sie erst die CPU–Parameter entsprechend ändern (siehe Kapitel Ändern der CPU–Parameter (Seite 242)).

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

Um Hardware–Komponenten unter PCS 7 zu einem H–System hinzuzufügen, sind die nachfolgend aufgelisteten Schritte durchzuführen. Einzelheiten zu jedem Schritt sind jeweils in einem Unterkapitel beschrieben.

Schritt	Was ist zu tun?	Siehe Kapitel
1	Hardware umbauen	PCS 7, Schritt 1: Hardware umbauen (Seite 211)
2	Hardware–Konfiguration offline ändern	PCS 7, Schritt 2: Hardware–Konfiguration offline ändern (Seite 211)
3	Reserve–CPU stoppen	PCS 7, Schritt 3: Reserve–CPU stoppen (Seite 212)
4	Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden	PCS 7, Schritt 4: Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden (Seite 213)
5	Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration	PCS 7, Schritt 5: Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration (Seite 213)
6	Übergang in den Systemzustand Redundant	PCS 7, Schritt 6: Übergang in den Systemzustand Redundant (Seite 214)
7	Anwenderprogramm ändern und laden	PCS 7, Schritt 7: Anwenderprogramm ändern und laden (Seite 215)

Ausnahmen

Dieser Gesamtablauf der Anlagenänderung gilt in folgenden Fällen nicht:

- Zur Nutzung freier Kanäle auf einer vorhandenen Baugruppe
- Zum Hinzufügen von Anschaltungsbaugruppen (siehe Kapitel Hinzufügen von Anschaltungsbaugruppen bei PCS 7 (Seite 216))

Hinweis

Ab STEP 7 V5.3 SP2 können Sie den Ladevorgang nach Änderung der Hardware–Konfiguration weitgehend automatisch ablaufen lassen. Sie müssen dann die Handlungsschritte, die in den Kapiteln PCS 7, Schritt 3: Reserve–CPU stoppen (Seite 212) bis PCS 7, Schritt 6: Übergang in den Systemzustand Redundant (Seite 214) beschrieben sind, nicht mehr durchführen. Das beschriebene Verhalten des Systems bleibt unverändert.

Näheres finden Sie in der Online–Hilfe von HW–Konfig "Laden in Baugruppe -> Laden der Stationskonfiguration im Betriebszustand RUN".

14.3.1 PCS 7, Schritt 1: Hardware umbauen

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

1. Fügen Sie die neuen Komponenten zum System hinzu.
   – Neue zentrale Baugruppen in die Baugruppenträger stecken.
   – Neue Baugruppen in bestehende modulare DP–Stationen stecken
   – Neue DP–Stationen zu bestehenden DP–Mastersystemen hinzufügen.

ACHTUNG
Bei geschalteter Peripherie: Beenden Sie zuerst alle Änderungen an **einem** Strang des redundanten DP–Mastersystems, bevor Sie die Änderungen am zweiten Strang durchführen.

2. Verbinden Sie die benötigten Sensoren und Aktoren mit den neuen Komponenten.

Ergebnis

Das Stecken von Baugruppen, die noch nicht konfiguriert sind, wirkt sich nicht auf das Anwenderprogramm aus. Gleiches gilt für das Hinzufügen von DP–Stationen.

Das H–System arbeitet weiterhin im Systemzustand Redundant.

Neue Komponenten werden noch nicht angesprochen.

14.3.2 PCS 7, Schritt 2: Hardware–Konfiguration offline ändern

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

1. Führen Sie offline alle Änderungen in der Hardware–Konfiguration durch, die sich auf die hinzugefügte Hardware beziehen. Vergeben Sie dabei entsprechende Symbole für die neu zu verwendenden Kanäle.
2. Übersetzen Sie die neue Hardware–Konfiguration, laden Sie diese jedoch **noch nicht** zum Zielsystem.

Ergebnis

Die geänderte Hardware–Konfiguration liegt im PG/ES vor. Das Zielsystem arbeitet weiterhin mit der alten Konfiguration im Systemzustand Redundant.

Verbindungsprojektierung

Verbindungen von oder zu neu hinzugefügten CPs müssen auf beiden Verbindungspartnern projektiert werden, **nachdem** die Änderung des Hardware–Ausbaus vollständig abgeschlossen ist.

14.3.3 PCS 7, Schritt 3: Reserve–CPU stoppen

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

1. Markieren Sie im SIMATIC Manager eine CPU des H–Systems und wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand".
2. Markieren Sie im Dialogfeld "Betriebszustand" die Reserve–CPU und klicken Sie auf die Schaltfläche "Stop".

Ergebnis

Die Reserve–CPU geht in den STOP–Zustand, die Master–CPU bleibt im RUN–Zustand, das H–System arbeitet im Solobetrieb. Einseitige Peripherie der Reserve–CPU wird nicht mehr angesprochen.

Peripheriezugriffsfehler der einseitigen Peripherie führen zwar zum Aufruf des OB 85, werden aber wegen des übergeordneten CPU–Redundanzverlustes (OB 72) nicht gemeldet. Der OB 70 (Peripherie–Redundanzverlust) wird nicht aufgerufen.

14.3.4 PCS 7, Schritt 4: Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Solobetrieb.

Vorgehensweise

Laden Sie die übersetzte Hardware–Konfiguration in die im STOP befindliche Reserve–CPU.

ACHTUNG
Das Anwenderprogramm und die Verbindungsprojektierung dürfen im Solobetrieb nicht überladen werden.

Ergebnis

Die neue Hardware–Konfiguration der Reserve–CPU wirkt sich noch nicht auf den laufenden Betrieb aus.

14.3.5 PCS 7, Schritt 5: Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration

Ausgangssituation

Die geänderte Hardware–Konfiguration ist in die Reserve–CPU geladen.

Vorgehensweise

1. Markieren Sie im SIMATIC Manager eine CPU des H–Systems und wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand".
2. Klicken Sie im Dialogfeld "Betriebszustand" auf die Schaltfläche "Umschalten auf..."

Wählen Sie im Dialogfeld "Umschalten" die Option "mit geänderter Konfiguration" und klicken Sie auf die Schaltfläche "Umschalten".

1. Bestätigen Sie die anschließende Sicherheitsabfrage mit "OK".

Ergebnis

Die Reserve–CPU koppelt an, wird aufgedatet (siehe Kapitel Ankoppeln und Aufdaten (Seite 95)) und wird Master. Die bisherige Master–CPU geht in den STOP–Zustand, das H–System arbeitet mit der neuen Hardware–Konfiguration im Solobetrieb.

Verhalten der Peripherie

Art der Peripherie	Einseitige Peripherie der bisherigen Master–CPU	Einseitige Peripherie der neuen Master–CPU	Geschaltete Peripherie
Hinzugefügte E/A–Baugruppen	Werden von der CPU noch nicht angesprochen.	Werden parametriert und von der CPU aktualisiert. Treiberbausteine sind noch nicht vorhanden. Evtl. auftretende Prozess– oder Diagnose–Alarme werden zwar erkannt, aber nicht gemeldet.	
Weiterhin vorhandene E/A–Baugruppen	Werden von der CPU nicht mehr angesprochen. Ausgabe–Baugruppen geben die konfigurierten Ersatz– oder Haltewerte aus.	Werden neu parametriert[1)] und von der CPU aktualisiert.	Arbeiten ohne Unterbrechung weiter.
Hinzugefügte DP–Stationen	Werden von der CPU noch nicht angesprochen.	wie hinzugefügte E/A–Baugruppen (s.o.)	
[1)] Zentrale Baurgruppen werden zusätzlich erst zurückgesetzt. Ausgabe–Baugruppen geben dabei kurzzeitig 0 aus (statt der konfigurierten Ersatz– oder Haltewerte).			

Verhalten bei Überschreitung der Überwachungszeiten

Wenn eine der überwachten Zeiten den konfigurierten Maximalwert überschreitet, wird das Aufdaten abgebrochen und kein Masterwechsel durchgeführt. Das H–System bleibt mit der bisherigen Master–CPU im Solobetrieb und versucht unter bestimmten Voraussetzungen, den Masterwechsel später durchzuführen. Näheres entnehmen Sie bitte dem Kapitel Zeitüberwachung (Seite 109).

14.3.6 PCS 7, Schritt 6: Übergang in den Systemzustand Redundant

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet mit der neuen Hardware–Konfiguration im Solobetrieb.

Vorgehensweise

1. Markieren Sie im SIMATIC Manager eine CPU des H–Systems und wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand".
2. Markieren Sie im Dialogfeld "Betriebszustand" die Reserve–CPU und klicken Sie auf die Schaltfläche "Neustart (Warmstart)".

Ergebnis

Die Reserve–CPU koppelt an und wird aufgedatet. Das H–System arbeitet mit der neuen Hardware–Konfiguration im Systemzustand Redundant.

Verhalten der Peripherie

Art der Peripherie	Einseitige Peripherie der Reserve–CPU	Einseitige Peripherie der Master–CPU	Geschaltete Peripherie
Hinzugefügte E/A–Baugruppen	Werden parametriert und von der CPU aktualisiert. Treiberbausteine sind noch nicht vorhanden. Evtl. auftretende Alarme werden nicht gemeldet.	Werden von der CPU aktualisiert. Treiberbausteine sind noch nicht vorhanden. Evtl. auftretende Prozess– oder Diagnose–Alarme werden zwar erkannt, aber nicht gemeldet.	
Weiterhin vorhandene E/A–Baugruppen	Werden neu parametriert[1)] und von der CPU aktualisiert.	Arbeiten ohne Unterbrechung weiter.	
Hinzugefügte DP–Stationen	wie hinzugefügte E/A–Baugruppen (s.o.)	Treiberbausteine sind noch nicht vorhanden. Evtl. auftretende Alarme werden nicht gemeldet.	
1) Zentrale Baurgruppen werden zusätzlich erst zurückgesetzt. Ausgabe–Baugruppen geben dabei kurzzeitig 0 aus (statt der konfigurierten Ersatz– oder Haltewerte).			

Verhalten bei Überschreitung der Überwachungszeiten

Wenn eine der überwachten Zeiten den konfigurierten Maximalwert überschreitet, wird das Aufdaten abgebrochen. Das H–System bleibt mit der bisherigen Master–CPU im Solobetrieb und versucht unter bestimmten Voraussetzungen das Ankoppeln und Aufdaten später erneut. Näheres entnehmen Sie bitte dem Kapitel Zeitüberwachung (Seite 109).

14.3.7 PCS 7, Schritt 7: Anwenderprogramm ändern und laden

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet mit der neuen Hardware–Konfiguration im Systemzustand Redundant.

⚠ VORSICHT

Folgende Programm–Änderungen sind im Systemzustand Redundant nicht möglich und führen zum Systemzustand Stop (beide CPUs im STOP):

- Strukturelle Änderungen einer FB–Schnittstelle oder der FB–Instanzdaten.
- Strukturelle Änderungen an globalen DBs.
- Komprimierung des CFC–Anwenderprogramms.

Bevor wegen solcher Änderungen das gesamte Programm neu übersetzt und geladen wird, müssen in CFC die Parameterwerte rückgelesen werden, da sonst die Änderungen an den Bausteinparametern verloren gehen können. Näheres hierzu finden Sie im Handbuch *CFC für S7, Continuous Function Chart*.

Vorgehensweise

1. Führen Sie die Programmänderungen durch, die sich auf die hinzugefügte Hardware beziehen. Sie können folgende Komponenten hinzufügen:
   - CFC– und SFC–Pläne
   - Bausteine in bestehenden Plänen
   - Verschaltungen und Parametrierungen
2. Parametrieren Sie die hinzugefügten Kanaltreiber und verschalten Sie diese mit den neu vergebenen Symbolen (siehe Kapitel PCS 7, Schritt 2: Hardware–Konfiguration offline ändern (Seite 211)).
3. Markieren Sie im SIMATIC Manager den Planordner und wählen Sie den Menübefehl "Extras > Pläne > Baugruppentreiber erzeugen".
4. Übersetzen Sie nur die Änderungen in den Plänen und laden Sie diese in das Zielsystem.

ACHTUNG
Vor dem ersten Aufruf einer FC ist der Wert ihres Ausgangs undefiniert. Dies ist bei der Verschaltung von FC–Ausgängen zu berücksichtigen.

5. Projektieren Sie die Verbindungen von oder zu den neu hinzugefügten CPs auf beiden Verbindungspartnern und laden Sie diese in die Zielsysteme.

Ergebnis

Das H–System bearbeitet im Systemzustand Redundant die gesamte Anlagen–Hardware mit dem neuen Anwenderprogramm.

14.3.8 Hinzufügen von Anschaltungsbaugruppen bei PCS 7

Das Hinzufügen der Anschaltungsbaugruppen IM460 und IM461, der externen DP–Master–Anschaltung CP443–5 Extended sowie der zugehörigen Steckleitungen ist nur im spannungslosen Zustand erlaubt.

Dazu muss jeweils die Stromversorgung eines ganzen Teilsystems abgeschaltet werden. Dies ist ohne Auswirkungen auf den Prozess nur dann möglich, wenn sich dieses Teilsystem im STOP–Zustand befindet.

Vorgehensweise

1. Hardware–Konfiguration offline ändern (siehe Kapitel PCS 7, Schritt 2: Hardware–Konfiguration offline ändern (Seite 211))
2. Reserve–CPU stoppen (siehe Kapitel PCS 7, Schritt 3: Reserve–CPU stoppen (Seite 212))
3. Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden (siehe Kapitel PCS 7, Schritt 4: Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden (Seite 213))

4. Wenn Sie das Teilsystem der bisherigen Reserve–CPU erweitern wollen, führen Sie folgende Schritte durch:
   – Schalten Sie die Stromversorgung des Reserve–Teilsystems ab.
   – Stecken Sie die neue IM460 in das Zentralgerät und bauen Sie die Kopplung zu einem neuen Erweiterungsgerät auf.

     oder
   – Nehmen Sie ein neues Erweiterungsgerät in einen bestehenden Strang auf.

     oder
   – Stecken Sie die neue externe DP–Masteranschaltung und bauen Sie ein neues DP–Mastersystem auf.
   – Schalten Sie die Stromversorgung des Reserve–Teilsystems wieder ein.
5. Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration (siehe Kapitel PCS 7, Schritt 5: Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration (Seite 213))
6. Wenn Sie das Teilsystem der ursprünglichen Master–CPU (jetzt im STOP–Zustand) erweitern wollen, führen Sie folgende Schritte durch:
   – Schalten Sie die Stromversorgung des Reserve–Teilsystems ab.
   – Stecken Sie die neue IM460 in das Zentralgerät und bauen Sie die Kopplung zu einem neuen Erweiterungsgerät auf.

     oder
   – Nehmen Sie ein neues Erweiterungsgerät in einen bestehenden Strang auf.

     oder
   – Stecken Sie die neue externe DP–Masteranschaltung und bauen Sie ein neues DP–Mastersystem auf.
   – Schalten Sie die Stromversorgung des Reserve–Teilsystems wieder ein.
7. Übergang in den Systemzustand Redundant (siehe Kapitel PCS 7, Schritt 6: Übergang in den Systemzustand Redundant (Seite 214))
8. Anwenderprogramm ändern und laden (siehe Kapitel PCS 7, Schritt 7: Anwenderprogramm ändern und laden (Seite 215))

14.4 Entfernen von Komponenten bei PCS 7

Ausgangssituation

Sie haben sichergestellt, dass die CPU–Parameter (z.B. die Überwachungszeiten) zu dem geplanten neuen Programm passen. Ggf. müssen Sie erst die CPU–Parameter entsprechend ändern (siehe Kapitel Ändern der CPU–Parameter (Seite 242)).

Die zu entfernenden Baugruppen und die damit verbundenen Sensoren und Aktoren haben für den zu steuernden Prozess keine Bedeutung mehr. Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

Um Hardware–Komponenten unter PCS 7 von einem H–System zu entfernen, sind die nachfolgend aufgelisteten Schritte durchzuführen. Einzelheiten zu jedem Schritt sind jeweils in einem Unterkapitel beschrieben.

Schritt	Was ist zu tun?	Siehe Kapitel
1	Hardware–Konfiguration offline ändern	PCS 7, Schritt 1: Hardware–Konfiguration offline ändern (Seite 219)
2	Anwenderprogramm ändern und laden	PCS 7, Schritt 2: Anwenderprogramm ändern und laden (Seite 219)
3	Reserve–CPU stoppen	PCS 7, Schritt 3: Reserve–CPU stoppen (Seite 220)
4	Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden	PCS 7, Schritt 4: Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden (Seite 221)
5	Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration	PCS 7, Schritt 5: Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration (Seite 221)
6	Übergang in den Systemzustand Redundant	PCS 7, Schritt 6: Übergang in den Systemzustand Redundant (Seite 222)
7	Hardware umbauen	PCS 7, Schritt 7: Hardware umbauen (Seite 223)

Ausnahmen

Dieser Gesamtablauf der Anlagenänderung gilt nicht zum Entfernen von Anschaltungsbaugruppen (siehe Kapitel Entfernen von Anschaltungsbaugruppen bei PCS 7 (Seite 224)).

Hinweis

Sie können den Ladevorgang nach Änderung der Hardware–Konfiguration weitgehend automatisch ablaufen lassen. Sie müssen dann die Handlungsschritte, die in den Kapiteln PCS 7, Schritt 3: Reserve–CPU stoppen (Seite 220) bis PCS 7, Schritt 6: Übergang in den Systemzustand Redundant (Seite 222) beschrieben sind, nicht mehr durchführen. Das beschriebene Verhalten des Systems bleibt unverändert.

Näheres finden Sie in der Online–Hilfe von HW–Konfig "Laden in Baugruppe -> Laden der Stationskonfiguration im Betriebszustand RUN".

14.4.1 PCS 7, Schritt 1: Hardware–Konfiguration offline ändern

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

1. Führen Sie offline nur die Konfigurationsänderungen durch, die sich auf die zu entfernende Hardware beziehen. Löschen Sie dabei die Symbole für die nicht mehr verwendeten Kanäle.
2. Übersetzen Sie die neue Hardware–Konfiguration, laden Sie diese jedoch **noch nicht** zum Zielsystem.

Ergebnis

Die geänderte Hardware–Konfiguration liegt im PG/ES vor. Das Zielsystem arbeitet weiterhin mit der alten Konfiguration im Systemzustand Redundant.

14.4.2 PCS 7, Schritt 2: Anwenderprogramm ändern und laden

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

> ⚠ VORSICHT
>
> Folgende Programm–Änderungen sind im Systemzustand Redundant nicht möglich und führen zum Systemzustand Stop (beide CPUs im STOP):
>
> - Strukturelle Änderungen einer FB–Schnittstelle oder der FB–Instanzdaten.
> - Strukturelle Änderungen an globalen DBs.
> - Komprimierung des CFC–Anwenderprogramms.
>
> Bevor wegen solcher Änderungen das gesamte Programm neu übersetzt und geladen wird, müssen in CFC die Parameterwerte rückgelesen werden, da sonst die Änderungen an den Bausteinparametern verloren gehen können. Näheres hierzu finden Sie im Handbuch *CFC für S7, Continuous Function Chart*.

Vorgehensweise

1. Führen Sie nur die Programmänderungen durch, die sich auf die zu entfernende Hardware beziehen. Sie können folgende Komponenten löschen:

   – CFC– und SFC–Pläne
   – Bausteine in bestehenden Plänen
   – Kanaltreiber, Verschaltungen und Parametrierungen
2. Markieren Sie im SIMATIC Manager den Planordner und wählen Sie den Menübefehl "Extras > Pläne > Baugruppentreiber erzeugen".

   Dadurch werden die nicht mehr benötigten Treiberbausteine entfernt.
3. Übersetzen Sie nur die Änderungen in den Plänen und laden Sie diese in das Zielsystem.

ACHTUNG
Vor dem ersten Aufruf einer FC ist der Wert ihres Ausgangs undefiniert. Dies ist bei der Verschaltung von FC–Ausgängen zu berücksichtigen.

Ergebnis

Das H–System arbeitet weiterhin im Systemzustand Redundant. Aus dem geänderten Anwenderprogramm wird nicht mehr auf die zu entfernende Hardware zugegriffen.

14.4.3 PCS 7, Schritt 3: Reserve–CPU stoppen

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant. Aus dem Anwenderprogramm wird nicht mehr auf die zu entfernende Hardware zugegriffen.

Vorgehensweise

1. Markieren Sie im SIMATIC Manager eine CPU des H–Systems und wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand".
2. Markieren Sie im Dialogfeld "Betriebszustand" die Reserve–CPU und klicken Sie auf die Schaltfläche "Stop".

Ergebnis

Die Reserve–CPU geht in den STOP–Zustand, die Master–CPU bleibt im RUN–Zustand, das H–System arbeitet im Solobetrieb. Einseitige Peripherie der Reserve–CPU wird nicht mehr angesprochen.

14.4.4 PCS 7, Schritt 4: Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Solobetrieb.

Vorgehensweise

Laden Sie die übersetzte Hardware–Konfiguration in die im STOP befindliche Reserve–CPU.

ACHTUNG
Das Anwenderprogramm und die Verbindungsprojektierung dürfen im Solobetrieb nicht überladen werden.

Ergebnis

Die neue Hardware–Konfiguration der Reserve–CPU wirkt sich noch nicht auf den laufenden Betrieb aus.

14.4.5 PCS 7, Schritt 5: Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration

Ausgangssituation

Die geänderte Hardware–Konfiguration ist in die Reserve–CPU geladen.

Vorgehensweise

1. Markieren Sie im SIMATIC Manager eine CPU des H–Systems und wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand".
2. Klicken Sie im Dialogfeld "Betriebszustand" auf die Schaltfläche "Umschalten auf..."
3. Wählen Sie im Dialogfeld "Umschalten" die Option "mit geänderter Konfiguration" und klicken Sie auf die Schaltfläche "Umschalten".
4. Bestätigen Sie die anschließende Sicherheitsabfrage mit "OK".

Ergebnis

Die Reserve–CPU koppelt an, wird aufgedatet (siehe Kapitel Ankoppeln und Aufdaten (Seite 95)) und wird Master. Die bisherige Master–CPU geht in den STOP–Zustand, das H–System arbeitet mit der neuen Hardware–Konfiguration im Solobetrieb.

Verhalten der Peripherie

Art der Peripherie	Einseitige Peripherie der bisherigen Master–CPU	Einseitige Peripherie der neuen Master–CPU	Geschaltete Peripherie
Zu entfernende E/A–Baugruppen[1)]	Werden von der CPU nicht mehr angesprochen. Treiberbausteine sind nicht mehr vorhanden.		
Weiterhin vorhandene E/A–Baugruppen	Werden von der CPU nicht mehr angesprochen. Ausgabe–Baugruppen geben die konfigurierten Ersatz– oder Haltewerte aus.	Werden neu parametriert[2)] und von der CPU aktualisiert.	Arbeiten ohne Unterbrechung weiter.
Zu entfernende DP–Stationen	wie zu entfernende E/A–Baugruppen (s.o.)		
1) nicht mehr in der Hardware–Konfiguration enthalten, aber noch gesteckt 2) Zentrale Baurgruppen werden zusätzlich erst zurückgesetzt. Ausgabe–Baugruppen geben dabei kurzzeitig 0 aus (statt der konfigurierten Ersatz– oder Haltewerte).			

Verhalten bei Überschreitung der Überwachungszeiten

Wenn eine der überwachten Zeiten den konfigurierten Maximalwert überschreitet, wird das Aufdaten abgebrochen und kein Masterwechsel durchgeführt. Das H–System bleibt mit der bisherigen Master–CPU im Solobetrieb und versucht unter bestimmten Voraussetzungen, den Masterwechsel später durchzuführen. Näheres entnehmen Sie bitte dem Kapitel Zeitüberwachung (Seite 109).

14.4.6 PCS 7, Schritt 6: Übergang in den Systemzustand Redundant

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet mit der neuen Hardware–Konfiguration im Solobetrieb.

Vorgehensweise

1. Markieren Sie im SIMATIC Manager eine CPU des H–Systems und wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand".
2. Markieren Sie im Dialogfeld "Betriebszustand" die Reserve–CPU und klicken Sie auf die Schaltfläche "Neustart (Warmstart").

Ergebnis

Die Reserve–CPU koppelt an und wird aufgedatet. Das H–System arbeitet mit der neuen Hardware–Konfiguration im Systemzustand Redundant.

Verhalten der Peripherie

Art der Peripherie	Einseitige Peripherie der Reserve–CPU	Einseitige Peripherie der Master–CPU	Geschaltete Peripherie
Zu entfernende E/A–Baugruppen[1)]	Werden von der CPU nicht mehr angesprochen. Treiberbausteine sind nicht mehr vorhanden.		
Weiterhin vorhandene E/A–Baugruppen	Werden neu parametriert[2)] und von der CPU aktualisiert.	Arbeiten ohne Unterbrechung weiter.	
Zu entfernende DP–Stationen	wie zu entfernende E/A–Baugruppen (s.o.)		
1) nicht mehr in der Hardware–Konfiguration enthalten, aber noch gesteckt 2) Zentrale Baurgruppen werden zusätzlich erst zurückgesetzt. Ausgabe–Baugruppen geben dabei kurzzeitig 0 aus (statt der konfigurierten Ersatz– oder Haltewerte).			

Verhalten bei Überschreitung der Überwachungszeiten

Wenn eine der überwachten Zeiten den konfigurierten Maximalwert überschreitet, wird das Aufdaten abgebrochen. Das H–System bleibt mit der bisherigen Master–CPU im Solobetrieb und versucht unter bestimmten Voraussetzungen das Ankoppeln und Aufdaten später erneut. Näheres entnehmen Sie bitte dem Kapitel Zeitüberwachung (Seite 109).

14.4.7 PCS 7, Schritt 7: Hardware umbauen

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet mit der neuen Hardware–Konfiguration im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

1. Trennen Sie alle Sensoren und Aktoren von den zu entfernenden Komponenten.
2. Ziehen Sie nicht mehr benötigte Baugruppen der einseitigen Peripherie aus den Baugruppenträgern.
3. Ziehen Sie nicht mehr benötigte Komponenten aus den modularen DP–Stationen.
4. Entfernen Sie nicht mehr benötigte DP–Stationen von den DP–Mastersystemen.

ACHTUNG
Bei geschalteter Peripherie: Beenden Sie zuerst alle Änderungen an **einem** Strang des redundanten DP–Mastersystems, bevor Sie die Änderungen am zweiten Strang durchführen.

Ergebnis

Das Ziehen von Baugruppen, die aus der Konfigurierung entfernt wurden, wirkt sich nicht auf das Anwenderprogramm aus. Gleiches gilt für das Entfernen von DP–Stationen.

Das H–System arbeitet weiterhin im Systemzustand Redundant.

14.4.8 Entfernen von Anschaltungsbaugruppen bei PCS 7

Das Entfernen der Anschaltungsbaugruppen IM460 und IM461, der externen DP–Master–Anschaltung CP443–5 Extended sowie der zugehörigen Steckleitungen ist nur im spannungslosen Zustand erlaubt.

Dazu muss jeweils die Stromversorgung eines ganzen Teilsystems abgeschaltet werden. Dies ist ohne Auswirkungen auf den Prozess nur dann möglich, wenn sich dieses Teilsystem im STOP–Zustand befindet.

Vorgehensweise

1. Hardware–Konfiguration offline ändern (siehe Kapitel PCS 7, Schritt 1: Hardware–Konfiguration offline ändern (Seite 219))
2. Anwenderprogramm ändern und laden (siehe Kapitel PCS 7, Schritt 2: Anwenderprogramm ändern und laden (Seite 219))
3. Reserve–CPU stoppen (siehe Kapitel PCS 7, Schritt 3: Reserve–CPU stoppen (Seite 220))
4. Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden (siehe Kapitel PCS 7, Schritt 4: Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden (Seite 221))
5. Wenn Sie eine Anschaltungsbaugruppe aus dem Teilsystem der bisherigen Reserve–CPU entfernen wollen, führen Sie folgende Schritte durch:
   – Schalten Sie die Stromversorgung des Reserve–Teilsystems ab.
   – Ziehen Sie eine IM460 aus dem Zentralgerät.
     oder
   – Entfernen Sie ein Erweiterungsgerät aus einem bestehenden Strang.
     oder
   – Ziehen Sie eine externe DP–Masteranschaltung.
   – Schalten Sie die Stromversorgung des Reserve–Teilsystems wieder ein.
6. Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration (siehe Kapitel PCS 7, Schritt 5: Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration (Seite 221))

7. Wenn Sie eine Anschaltungsbaugruppe aus dem Teilsystem der ursprünglichen Master–CPU (jetzt im STOP–Zustand) entfernen wollen, führen Sie folgende Schritte durch:
   – Schalten Sie die Stromversorgung des Reserve–Teilsystems ab.
   – Ziehen Sie eine IM460 aus dem Zentralgerät.
     oder
   – Entfernen Sie ein Erweiterungsgerät aus einem bestehenden Strang.
     oder
   – Ziehen Sie eine externe DP–Masteranschaltung.
   – Schalten Sie die Stromversorgung des Reserve–Teilsystems wieder ein.
8. Übergang in den Systemzustand Redundant (siehe Kapitel PCS 7, Schritt 6: Übergang in den Systemzustand Redundant (Seite 222))

14.5 Hinzufügen von Komponenten bei STEP 7

Ausgangssituation

Sie haben sichergestellt, dass die CPU–Parameter (z.B. die Überwachungszeiten) zu dem geplanten neuen Programm passen. Ggf. müssen Sie erst die CPU–Parameter entsprechend ändern (siehe Kapitel Ändern der CPU–Parameter (Seite 242)).

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

Um Hardware–Komponenten unter STEP 7 zu einem H–System hinzuzufügen, sind die nachfolgend aufgelisteten Schritte durchzuführen. Einzelheiten zu jedem Schritt sind jeweils in einem Unterkapitel beschrieben.

Schritt	Was ist zu tun?	Siehe Kapitel
1	Hardware umbauen	STEP 7, Schritt 1: Hardware hinzufügen (Seite 227)
2	Hardware–Konfiguration offline ändern	STEP 7, Schritt 2: Hardware–Konfiguration offline ändern (Seite 228)
3	Organisationsbausteine erweitern und laden	STEP 7, Schritt 3: Organisationsbausteine erweitern und laden (Seite 228)
4	Reserve–CPU stoppen	STEP 7, Schritt 4: Reserve–CPU stoppen (Seite 229)
5	Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden	STEP 7, Schritt 5: Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden (Seite 229)
6	Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration	STEP 7, Schritt 6: Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration (Seite 230)
7	Übergang in den Systemzustand Redundant	STEP 7, Schritt 7: Übergang in den Systemzustand Redundant (Seite 231)
8	Anwenderprogramm ändern und laden	STEP 7, Schritt 8: Anwenderprogramm ändern und laden (Seite 232)

Ausnahmen

Dieser Gesamtablauf der Anlagenänderung gilt in folgenden Fällen nicht:

- Zur Nutzung freier Kanäle auf einer vorhandenen Baugruppe
- Zum Hinzufügen von Anschaltungsbaugruppen (siehe Kapitel Hinzufügen von Anschaltungsbaugruppen bei STEP 7 (Seite 232))

Hinweis

Sie können den Ladevorgang nach Änderung der Hardware–Konfiguration weitgehend automatisch ablaufen lassen. Sie müssen dann die Handlungsschritte, die in den Kapiteln STEP 7, Schritt 4: Reserve–CPU stoppen (Seite 229) bis STEP 7, Schritt 8: Anwenderprogramm ändern und laden (Seite 232) beschrieben sind, nicht mehr durchführen. Das beschriebene Verhalten des Systems bleibt unverändert.

Näheres finden Sie in der Online–Hilfe von HW–Konfig "Laden in Baugruppe -> Laden der Stationskonfiguration im Betriebszustand RUN".

14.5.1 STEP 7, Schritt 1: Hardware hinzufügen

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

1. Fügen Sie die neuen Komponenten zum System hinzu.
   – Neue zentrale Baugruppen in die Baugruppenträger stecken.
   – Neue Baugruppen in bestehende modulare DP–Stationen stecken
   – Neue DP–Stationen zu bestehenden DP–Mastersystemen hinzufügen.

ACHTUNG
Bei geschalteter Peripherie: Beenden Sie zuerst alle Änderungen an **einem** Strang des redundanten DP–Mastersystems, bevor Sie die Änderungen am zweiten Strang durchführen.

2. Verbinden Sie die benötigten Sensoren und Aktoren mit den neuen Komponenten.

Ergebnis

Das Stecken von Baugruppen, die noch nicht konfiguriert sind, wirkt sich nicht auf das Anwenderprogramm aus. Gleiches gilt für das Hinzufügen von DP–Stationen.

Das H–System arbeitet weiterhin im Systemzustand Redundant.

Neue Komponenten werden noch nicht angesprochen.

14.5.2 STEP 7, Schritt 2: Hardware–Konfiguration offline ändern

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant. Die hinzugefügten Baugruppen werden noch nicht angesprochen.

Vorgehensweise

1. Führen Sie offline alle Änderungen in der Hardware–Konfiguration durch, die sich auf die hinzugefügte Hardware beziehen.
2. Übersetzen Sie die neue Hardware–Konfiguration, laden Sie diese jedoch **noch nicht** zum Zielsystem.

Ergebnis

Die geänderte Hardware–Konfiguration liegt im PG vor. Das Zielsystem arbeitet weiterhin mit der alten Konfiguration im Systemzustand Redundant.

Verbindungsprojektierung

Verbindungen von oder zu neu hinzugefügten CPs müssen auf beiden Verbindungspartnern projektiert werden, **nachdem** die Änderung des Hardware–Ausbaus vollständig abgeschlossen ist.

14.5.3 STEP 7, Schritt 3: Organisationsbausteine erweitern und laden

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

1. Stellen Sie sicher, dass die Alarm–OBs 4x, 82, 83, 85, 86, OB88 und 122 in der gewünschten Weise auf Alarme von den neu hinzugekommenen Komponenten reagieren.
2. Laden Sie die geänderten OBs und die davon betroffenen Programmteile in das Zielsystem.

Ergebnis

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

14.5.4 STEP 7, Schritt 4: Reserve–CPU stoppen

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

1. Markieren Sie im SIMATIC Manager eine CPU des H–Systems und wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand".
2. Markieren Sie im Dialogfeld "Betriebszustand" die Reserve–CPU und klicken Sie auf die Schaltfläche "Stop".

Ergebnis

Die Reserve–CPU geht in den STOP–Zustand, die Master–CPU bleibt im RUN–Zustand, das H–System arbeitet im Solobetrieb. Einseitige Peripherie der Reserve–CPU wird nicht mehr angesprochen. Der OB 70 (Peripherie–Redundanzverlust) wird wegen des übergeordneten CPU–Redundanzverlustes (OB 72) nicht aufgerufen.

14.5.5 STEP 7, Schritt 5: Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Solobetrieb.

Vorgehensweise

Laden Sie die übersetzte Hardware–Konfiguration in die im STOP befindliche Reserve–CPU.

ACHTUNG
Das Anwenderprogramm und die Verbindungsprojektierung dürfen im Solobetrieb nicht überladen werden.

Ergebnis

Die neue Hardware–Konfiguration der Reserve–CPU wirkt sich noch nicht auf den laufenden Betrieb aus.

14.5.6 STEP 7, Schritt 6: Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration

Ausgangssituation

Die geänderte Hardware–Konfiguration ist in die Reserve–CPU geladen.

Vorgehensweise

1. Markieren Sie im SIMATIC Manager eine CPU des H–Systems und wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand".
2. Klicken Sie im Dialogfeld "Betriebszustand" auf die Schaltfläche "Umschalten auf..."
3. Wählen Sie im Dialogfeld "Umschalten" die Option "mit geänderter Konfiguration" und klicken Sie auf die Schaltfläche "Umschalten".
4. Bestätigen Sie die anschließende Sicherheitsabfrage mit "OK".

Ergebnis

Die Reserve–CPU koppelt an, wird aufgedatet und wird Master. Die bisherige Master–CPU geht in den STOP–Zustand, das H–System arbeitet mit der neuen Hardware–Konfiguration im Solobetrieb.

Verhalten der Peripherie

Art der Peripherie	Einseitige Peripherie der bisherigen Master–CPU	Einseitige Peripherie der neuen Master–CPU	Geschaltete Peripherie
Hinzugefügte E/A–Baugruppen	Werden von der CPU noch nicht angesprochen.	Werden parametriert und von der CPU aktualisiert. Ausgabe–Baugruppen geben kurzzeitig die konfigurierten Ersatzwerte aus.	
Weiterhin vorhandene E/A–Baugruppen	Werden von der CPU nicht mehr angesprochen. Ausgabe–Baugruppen geben die konfigurierten Ersatz– oder Haltewerte aus.	Werden neu parametriert[1)] und von der CPU aktualisiert.	Arbeiten ohne Unterbrechung weiter.
Hinzugefügte DP–Stationen	Werden von der CPU noch nicht angesprochen.	wie hinzugefügte E/A–Baugruppen (s.o.)	
1) Zentrale Baurgruppen werden zusätzlich erst zurückgesetzt. Ausgabe–Baugruppen geben dabei kurzzeitig 0 aus (statt der konfigurierten Ersatz– oder Haltewerte).			

Verhalten bei Überschreitung der Überwachungszeiten

Wenn eine der überwachten Zeiten den konfigurierten Maximalwert überschreitet, wird das Aufdaten abgebrochen und kein Masterwechsel durchgeführt. Das H–System bleibt mit der bisherigen Master–CPU im Solobetrieb und versucht unter bestimmten Voraussetzungen, den Masterwechsel später durchzuführen. Näheres entnehmen Sie bitte dem Kapitel Zeitüberwachung (Seite 109).

14.5.7 STEP 7, Schritt 7: Übergang in den Systemzustand Redundant

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet mit der neuen Hardware–Konfiguration im Solobetrieb.

Vorgehensweise

1. Markieren Sie im SIMATIC Manager eine CPU des H–Systems und wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand".
2. Markieren Sie im Dialogfeld" Betriebszustand" die Reserve–CPU und klicken Sie auf die Schaltfläche "Neustart (Warmstart)".

Ergebnis

Die Reserve–CPU koppelt an und wird aufgedatet. Das H–System arbeitet mit der neuen Hardware–Konfiguration im Systemzustand Redundant.

Verhalten der Peripherie

Art der Peripherie	Einseitige Peripherie der Reserve–CPU	Einseitige Peripherie der Master–CPU	Geschaltete Peripherie
Hinzugefügte E/A–Baugruppen	Werden parametriert und von der CPU aktualisiert. Ausgabe–Baugruppen geben kurzzeitig die konfigurierten Ersatzwerte aus.	Werden von der CPU aktualisiert.	Werden von der CPU aktualisiert. Erzeugen Stecken–Alarm; müssen im OB 83 ignoriert werden.
Weiterhin vorhandene E/A–Baugruppen	Werden neu parametriert[1)] und von der CPU aktualisiert.	Arbeiten ohne Unterbrechung weiter.	
Hinzugefügte DP–Stationen	wie hinzugefügte E/A–Baugruppen (s.o.)	Werden von der CPU aktualisiert.	
1) Zentrale Baurgruppen werden zusätzlich erst zurückgesetzt. Ausgabe–Baugruppen geben dabei kurzzeitig 0 aus (statt der konfigurierten Ersatz– oder Haltewerte).			

Verhalten bei Überschreitung der Überwachungszeiten

Wenn eine der überwachten Zeiten den konfigurierten Maximalwert überschreitet, wird das Aufdaten abgebrochen. Das H–System bleibt mit der bisherigen Master–CPU im Solobetrieb und versucht unter bestimmten Voraussetzungen das Ankoppeln und Aufdaten später erneut. Näheres entnehmen Sie bitte dem Kapitel Zeitüberwachung (Seite 109).

14.5.8 STEP 7, Schritt 8: Anwenderprogramm ändern und laden

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet mit der neuen Hardware–Konfiguration im Systemzustand Redundant.

Einschränkungen



VORSICHT
Strukturelle Änderungen einer FB–Schnittstelle oder der Instanzdaten eines FBs sind im Systemzustand Redundant nicht möglich und führen zum Systemzustand Stop (beide CPUs im STOP).

Vorgehensweise

1. Führen Sie die Programmänderungen durch, die sich auf die hinzugefügte Hardware beziehen.

   Sie können OBs, FBs, FCs und DBs hinzufügen, ändern oder löschen.
2. Laden Sie nur die Programmänderungen in das Zielsystem.
3. Projektieren Sie die Verbindungen von oder zu den neu hinzugefügten CPs auf beiden Verbindungspartnern und laden Sie diese in die Zielsysteme.

Ergebnis

Das H–System bearbeitet im Systemzustand Redundant die gesamte Anlagen–Hardware mit dem neuen Anwenderprogramm.

14.5.9 Hinzufügen von Anschaltungsbaugruppen bei STEP 7

Das Hinzufügen der Anschaltungsbaugruppen IM460 und IM461, der externen DP–Master–Anschaltung CP443–5 Extended sowie der zugehörigen Steckleitungen ist nur im spannungslosen Zustand erlaubt.

Dazu muss jeweils die Stromversorgung eines ganzen Teilsystems abgeschaltet werden. Dies ist ohne Auswirkungen auf den Prozess nur dann möglich, wenn sich dieses Teilsystem im STOP–Zustand befindet.

Vorgehensweise

1. Hardware–Konfiguration offline ändern (siehe Kapitel STEP 7, Schritt 2: Hardware–Konfiguration offline ändern (Seite 228))
2. Organisationsbausteine erweitern und laden (siehe Kapitel STEP 7, Schritt 3: Organisationsbausteine erweitern und laden (Seite 228))

3. Reserve–CPU stoppen (siehe Kapitel STEP 7, Schritt 4: Reserve–CPU stoppen (Seite 229))
4. Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden (siehe Kapitel STEP 7, Schritt 5: Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden (Seite 229))
5. Wenn Sie das Teilsystem der bisherigen Reserve–CPU erweitern wollen, führen Sie folgende Schritte durch:
   - Schalten Sie die Stromversorgung des Reserve–Teilsystems ab.
   - Stecken Sie die neue IM460 in das Zentralgerät und bauen Sie die Kopplung zu einem neuen Erweiterungsgerät auf.

     oder
   - Nehmen Sie ein neues Erweiterungsgerät in einen bestehenden Strang auf.

     oder
   - Stecken Sie die neue externe DP–Masteranschaltung und bauen Sie ein neues DP–Mastersystem auf.
   - Schalten Sie die Stromversorgung des Reserve–Teilsystems wieder ein.
6. Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration (siehe Kapitel STEP 7, Schritt 6: Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration (Seite 230))
7. Wenn Sie das Teilsystem der ursprünglichen Master–CPU (jetzt im STOP–Zustand) erweitern wollen, führen Sie folgende Schritte durch:
   - Schalten Sie die Stromversorgung des Reserve–Teilsystems ab.
   - Stecken Sie die neue IM460 in das Zentralgerät und bauen Sie die Kopplung zu einem neuen Erweiterungsgerät auf.

     oder
   - Nehmen Sie ein neues Erweiterungsgerät in einen bestehenden Strang auf.

     oder
   - Stecken Sie die neue externe DP–Masteranschaltung und bauen Sie ein neues DP–Mastersystem auf.
   - Schalten Sie die Stromversorgung des Reserve–Teilsystems wieder ein.
8. Übergang in den Systemzustand Redundant (siehe Kapitel STEP 7, Schritt 7: Übergang in den Systemzustand Redundant (Seite 231))
9. Anwenderprogramm ändern und laden (siehe Kapitel STEP 7, Schritt 8: Anwenderprogramm ändern und laden (Seite 232))

14.6 Entfernen von Komponenten bei STEP 7

Ausgangssituation

Sie haben sichergestellt, dass die CPU–Parameter (z.B. die Überwachungszeiten) zu dem geplanten neuen Programm passen. Ggf. müssen Sie erst die CPU–Parameter entsprechend ändern (siehe Kapitel Ändern der CPU–Parameter (Seite 242)).

Die zu entfernenden Baugruppen und die damit verbundenen Sensoren und Aktoren haben für den zu steuernden Prozess keine Bedeutung mehr. Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

Um Hardware–Komponenten unter STEP 7 von einem H–System zu entfernen, sind die nachfolgend aufgelisteten Schritte durchzuführen. Einzelheiten zu jedem Schritt sind jeweils in einem Unterkapitel beschrieben.

Schritt	Was ist zu tun?	Siehe Kapitel
1	Hardware–Konfiguration offline ändern	STEP 7, Schritt 1: Hardware–Konfiguration offline ändern (Seite 235)
2	Anwenderprogramm ändern und laden	STEP 7, Schritt 2: Anwenderprogramm ändern und laden (Seite 236)
3	Reserve–CPU stoppen	STEP 7, Schritt 3: Reserve–CPU stoppen (Seite 236)
4	Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden	STEP 7, Schritt 4: Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden (Seite 237)
5	Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration	STEP 7, Schritt 5: Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration (Seite 237)
6	Übergang in den Systemzustand Redundant	STEP 7, Schritt 6: Übergang in den Systemzustand Redundant (Seite 238)
7	Hardware umbauen	STEP 7, Schritt 7: Hardware umbauen (Seite 239)
8	Organisationsbausteine ändern und laden	STEP 7, Schritt 8: Organisationsbausteine ändern und laden (Seite 240)

Ausnahmen

Dieser Gesamtablauf der Anlagenänderung gilt nicht zum Entfernen von Anschaltungsbaugruppen (siehe Kapitel Entfernen von Anschaltungsbaugruppen bei STEP 7 (Seite 241)).

Hinweis

Sie können den Ladevorgang nach Änderung der Hardware–Konfiguration weitgehend automatisch ablaufen lassen. Sie müssen dann die Handlungsschritte, die in den Kapiteln STEP 7, Schritt 3: Reserve–CPU stoppen (Seite 236) bis STEP 7, Schritt 6: Übergang in den Systemzustand Redundant (Seite 238) beschrieben sind, nicht mehr durchführen. Das beschriebene Verhalten des Systems bleibt unverändert.

Näheres finden Sie in der Online–Hilfe von HW–Konfig "Laden in Baugruppe -> Laden der Stationskonfiguration im Betriebszustand RUN".

14.6.1 STEP 7, Schritt 1: Hardware–Konfiguration offline ändern

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

1. Führen Sie offline alle Änderungen in der Hardware–Konfiguration durch, die sich auf die zu entfernende Hardware beziehen.
2. Übersetzen Sie die neue Hardware–Konfiguration, laden Sie diese jedoch **noch nicht** zum Zielsystem.

Ergebnis

Die geänderte Hardware–Konfiguration liegt im PG vor. Das Zielsystem arbeitet weiterhin mit der alten Konfiguration im Systemzustand Redundant.

14.6.2 STEP 7, Schritt 2: Anwenderprogramm ändern und laden

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Einschränkungen



VORSICHT

Strukturelle Änderungen einer FB–Schnittstelle oder der Instanzdaten eines FBs sind im Systemzustand Redundant nicht möglich und führen zum Systemzustand Stop (beide CPUs im STOP) .

Vorgehensweise

1. Führen Sie nur die Programmänderungen durch, die sich auf die zu entfernende Hardware beziehen.

   Sie können OBs, FBs, FCs und DBs hinzufügen, ändern oder löschen.
2. Laden Sie nur die Programmänderungen in das Zielsystem.

Ergebnis

Das H–System arbeitet weiterhin im Systemzustand Redundant. Aus dem geänderten Anwenderprogramm wird nicht mehr auf die zu entfernende Hardware zugegriffen.

14.6.3 STEP 7, Schritt 3: Reserve–CPU stoppen

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant. Aus dem Anwenderprogramm wird nicht mehr auf die zu entfernende Hardware zugegriffen.

Vorgehensweise

1. Markieren Sie im SIMATIC Manager eine CPU des H–Systems und wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand".
2. Markieren Sie im Dialogfeld "Betriebszustand" die Reserve–CPU und klicken Sie auf die Schaltfläche "Stop".

Ergebnis

Die Reserve–CPU geht in den STOP–Zustand, die Master–CPU bleibt im RUN–Zustand, das H–System arbeitet im Solobetrieb. Einseitige Peripherie der Reserve–CPU wird nicht mehr angesprochen.

14.6.4 STEP 7, Schritt 4: Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Solobetrieb.

Vorgehensweise

Laden Sie die übersetzte Hardware–Konfiguration in die im STOP befindliche Reserve–CPU.

ACHTUNG
Das Anwenderprogramm und die Verbindungsprojektierung dürfen im Solobetrieb nicht überladen werden.

Ergebnis

Die neue Hardware–Konfiguration der Reserve–CPU wirkt sich noch nicht auf den laufenden Betrieb aus.

14.6.5 STEP 7, Schritt 5: Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration

Ausgangssituation

Die geänderte Hardware–Konfiguration ist in die Reserve–CPU geladen.

Vorgehensweise

1. Markieren Sie im SIMATIC Manager eine CPU des H–Systems und wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand".
2. Klicken Sie im Dialogfeld "Betriebszustand" auf die Schaltfläche "Umschalten auf..."
3. Wählen Sie im Dialogfeld "Umschalten" die Option "mit geänderter Konfiguration" und klicken Sie auf die Schaltfläche "Umschalten".
4. Bestätigen Sie die anschließende Sicherheitsabfrage mit "OK".

Ergebnis

Die Reserve–CPU koppelt an, wird aufgedatet (siehe Kapitel Ankoppeln und Aufdaten (Seite 95)) und wird Master. Die bisherige Master–CPU geht in den STOP–Zustand, das H–System arbeitet weiterhin im Solobetrieb.

Verhalten der Peripherie

Art der Peripherie	Einseitige Peripherie der bisherigen Master–CPU	Einseitige Peripherie der neuen Master–CPU	Geschaltete Peripherie
Zu entfernende E/A–Baugruppen[1)]	Werden von der CPU nicht mehr angesprochen.		
Weiterhin vorhandene E/A–Baugruppen	Werden von der CPU nicht mehr angesprochen. Ausgabe–Baugruppen geben die konfigurierten Ersatz– oder Haltewerte aus.	Werden neu parametriert[2)] und von der CPU aktualisiert.	Arbeiten ohne Unterbrechung weiter.
Zu entfernende DP–Stationen	wie zu entfernende E/A–Baugruppen (s.o.)		
1) nicht mehr in der Hardware–Konfiguration enthalten, aber noch gesteckt 2) Zentrale Baurgruppen werden zusätzlich erst zurückgesetzt. Ausgabe–Baugruppen geben dabei kurzzeitig 0 aus (statt der konfigurierten Ersatz– oder Haltewerte).			

Verhalten bei Überschreitung der Überwachungszeiten

Wenn eine der überwachten Zeiten den konfigurierten Maximalwert überschreitet, wird das Aufdaten abgebrochen und kein Masterwechsel durchgeführt. Das H–System bleibt mit der bisherigen Master–CPU im Solobetrieb und versucht unter bestimmten Voraussetzungen, den Masterwechsel später durchzuführen. Näheres entnehmen Sie bitte dem Kapitel Zeitüberwachung (Seite 109).

14.6.6 STEP 7, Schritt 6: Übergang in den Systemzustand Redundant

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet mit der neuen (eingeschränkten) Hardware–Konfiguration im Solobetrieb.

Vorgehensweise

1. Markieren Sie im SIMATIC Manager eine CPU des H–Systems und wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand".
2. Markieren Sie im Dialogfeld "Betriebszustand" die Reserve–CPU und klicken Sie auf die Schaltfläche "Neustart (Warmstart)".

Ergebnis

Die Reserve–CPU koppelt an und wird aufgedatet. Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Verhalten der Peripherie

Art der Peripherie	Einseitige Peripherie der Reserve–CPU	Einseitige Peripherie der Master–CPU	Geschaltete Peripherie
Zu entfernende E/A–Baugruppen[1)]	Werden von der CPU nicht mehr angesprochen.		
Weiterhin vorhandene E/A–Baugruppen	Werden neu parametriert[2)] und von der CPU aktualisiert.	Arbeiten ohne Unterbrechung weiter.	
Zu entfernende DP–Stationen	wie zu entfernende E/A–Baugruppen (s.o.)		
1) nicht mehr in der Hardware–Konfiguration enthalten, aber noch gesteckt 2) Zentrale Baurgruppen werden zusätzlich erst zurückgesetzt. Ausgabe–Baugruppen geben dabei kurzzeitig 0 aus (statt der konfigurierten Ersatz– oder Haltewerte).			

Verhalten bei Überschreitung der Überwachungszeiten

Wenn eine der überwachten Zeiten den konfigurierten Maximalwert überschreitet, wird das Aufdaten abgebrochen. Das H–System bleibt mit der bisherigen Master–CPU im Solobetrieb und versucht unter bestimmten Voraussetzungen das Ankoppeln und Aufdaten später erneut. Näheres entnehmen Sie bitte dem Kapitel Zeitüberwachung (Seite 109).

14.6.7 STEP 7, Schritt 7: Hardware umbauen

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet mit der neuen Hardware–Konfiguration im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

1. Trennen Sie alle Sensoren und Aktoren von den zu entfernenden Komponenten.

2. Entfernen Sie die gewünschten Komponenten aus dem System.
   – Zentrale Baugruppen aus den Baugruppenträgern ziehen.
   – Baugruppen aus modularen DP–Stationen ziehen
   – DP–Stationen von DP–Mastersystemen entfernen.

ACHTUNG
Bei geschalteter Peripherie: Beenden Sie zuerst alle Änderungen an **einem** Strang des redundanten DP–Mastersystems, bevor Sie die Änderungen am zweiten Strang durchführen.

Ergebnis

Das Ziehen von Baugruppen, die aus der Konfigurierung entfernt wurden, wirkt sich nicht auf das Anwenderprogramm aus. Gleiches gilt für das Entfernen von DP–Stationen.

Das H–System arbeitet weiterhin im Systemzustand Redundant.

14.6.8 STEP 7, Schritt 8: Organisationsbausteine ändern und laden

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

1. Stellen Sie sicher, dass die Alarm–OBs 4x und 82 nicht mehr auf Alarme von den entfernten Komponenten reagieren.
2. Laden Sie die geänderten OBs und die davon betroffenen Programmteile in das Zielsystem.

Ergebnis

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

14.6.9 Entfernen von Anschaltungsbaugruppen bei STEP 7

Das Entfernen der Anschaltungsbaugruppen IM460 und IM461, der externen DP–Master–Anschaltung CP443–5 Extended sowie der zugehörigen Steckleitungen ist nur im spannungslosen Zustand erlaubt.

Dazu muss jeweils die Stromversorgung eines ganzen Teilsystems abgeschaltet werden. Dies ist ohne Auswirkungen auf den Prozess nur dann möglich, wenn sich dieses Teilsystem im STOP–Zustand befindet.

Vorgehensweise

1. Hardware–Konfiguration offline ändern (siehe Kapitel STEP 7, Schritt 1: Hardware–Konfiguration offline ändern (Seite 235))
2. Anwenderprogramm ändern und laden (siehe Kapitel STEP 7, Schritt 2: Anwenderprogramm ändern und laden (Seite 236))
3. Reserve–CPU stoppen (siehe Kapitel STEP 7, Schritt 3: Reserve–CPU stoppen (Seite 236))
4. Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden (siehe Kapitel STEP 7, Schritt 4: Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden (Seite 237))
5. Wenn Sie eine Anschaltungsbaugruppe aus dem Teilsystem der bisherigen Reserve–CPU entfernen wollen, führen Sie folgende Schritte durch:
   – Schalten Sie die Stromversorgung des Reserve–Teilsystems ab.
   – Ziehen Sie eine IM460 aus dem Zentralgerät.
     oder
   – Entfernen Sie ein Erweiterungsgerät aus einem bestehenden Strang.
     oder
   – Ziehen Sie eine externe DP–Masteranschaltung.
   – Schalten Sie die Stromversorgung des Reserve–Teilsystems wieder ein.
6. Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration (siehe Kapitel STEP 7, Schritt 5: Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration (Seite 237))
7. Wenn Sie eine Anschaltungsbaugruppe aus dem Teilsystem der ursprünglichen Master–CPU (jetzt im STOP–Zustand) entfernen wollen, führen Sie folgende Schritte durch:
   – Schalten Sie die Stromversorgung des Reserve–Teilsystems ab.
   – Ziehen Sie eine IM460 aus dem Zentralgerät.
     oder
   – Entfernen Sie ein Erweiterungsgerät aus einem bestehenden Strang.
     oder
   – Ziehen Sie eine externe DP–Masteranschaltung.
   – Schalten Sie die Stromversorgung des Reserve–Teilsystems wieder ein.
8. Übergang in den Systemzustand Redundant (siehe Kapitel STEP 7, Schritt 6: Übergang in den Systemzustand Redundant (Seite 238))
9. Organisationsbausteine ändern und laden (siehe Kapitel STEP 7, Schritt 8: Organisationsbausteine ändern und laden (Seite 240))

14.7 Ändern der CPU–Parameter

14.7.1 Ändern der CPU–Parameter

Im laufenden Betrieb dürfen nur bestimmte Parameter (Objekteigenschaften) der CPUs geändert werden. Diese sind in den Masken mit blauem Text gekennzeichnet (Falls Sie in der Windows–Systemsteuerung für Dialogfeldtext die Farbe Blau eingestellt haben, erscheinen die änderbaren Parameter schwarz.).

ACHTUNG
Falls Sie Parameter modifizieren, deren Änderung verboten ist, erfolgt keine Umschaltung auf die CPU mit den geänderten Parametern. In diesem Fall wird das Ereignis W#16#5966 in den Diagnosepuffer eingetragen. Die fälschlicherweise geänderten Parameter müssen in der Projektierung wieder auf ihre zuletzt gültigen Werte eingestellt werden.

Tabelle 14- 1 Änderbare CPU-Parameter

Register	Änderbarer Parameter
Anlauf	Überwachungszeit für Fertigmeldung durch Baugruppen
	Überwachungszeit für Übertragung der Parameter an Baugruppen
Zyklus/Taktmerker	Zyklusüberwachungszeit
	Zyklusbelastung durch Kommunikation
	Größe des Prozessabbilds der Eingänge *)
	Größe des Prozessabbilds der Ausgänge *)
Speicher	Lokaldaten für die einzelnen Prioritätsklassen *)
	Kommunikationsressourcen: Maximale Anzahl an Kommunikationsaufträgen .Diesen Parameter dürfen Sie gegenüber dem bisher projektierten Wert nur erhöhen *).
Uhrzeitalarme (für jeden Uhrzeitalarm–OB)	Kontrollkästchen "Aktiv"
	Listenfeld "Ausführung"
	Startdatum
	Uhrzeit
Weckalarm (für jeden Weckalarm–OB)	Ausführung
	Phasenverschiebung
Diagnose/Uhr	Korrekturfaktor
Schutz	Schutzstufe und Passwort
H–Parameter	Testzykluszeit
	Maximale Zykluszeitverlängerung
	Maximale Kommunikationsverzögerung
	Maximale Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15
	Minimale Peripheriehaltezeit
*) Änderungen dieser Parameter verändern auch den Speicherinhalt.	

Die neuen Werte sind so zu wählen, dass sie sowohl zu dem momentan geladenen als auch zu dem geplanten neuen Anwenderprogramm passen.

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

Um die CPU–Parameter eines H–Systems zu ändern, sind die nachfolgend aufgelisteten Schritte durchzuführen. Einzelheiten zu jedem Schritt sind jeweils in einem Unterkapitel beschrieben.

Schritt	Was ist zu tun?	Siehe Kapitel
1	CPU–Parameter offline ändern	Schritt 1: CPU–Parameter offline ändern (Seite 244)
2	Reserve–CPU stoppen	Schritt 2: Reserve–CPU stoppen (Seite 244)
3	Geänderte CPU–Parameter in die Reserve–CPU laden	Schritt 3: Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden (Seite 245)
4	Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration	Schritt 4: Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration (Seite 245)
5	Übergang in den Systemzustand Redundant	Schritt 5: Übergang in den Systemzustand Redundant (Seite 246)

Hinweis

Sie können den Ladevorgang nach Änderung der Hardware–Konfiguration weitgehend automatisch ablaufen lassen. Sie müssen dann die Handlungsschritte, die in den Kapiteln Schritt 2: Reserve–CPU stoppen (Seite 244) bis Schritt 5: Übergang in den Systemzustand Redundant (Seite 246) beschrieben sind, nicht mehr durchführen. Das beschriebene Verhalten des Systems bleibt unverändert.

Näheres finden Sie in der Online–Hilfe von HW–Konfig "Laden in Baugruppe -> Laden der Stationskonfiguration im Betriebszustand RUN". Näheres finden Sie in der Online–Hilfe von HW–Konfig "Laden in Baugruppe -> Laden der Stationskonfiguration im Betriebszustand RUN".

14.7.2 Schritt 1: CPU–Parameter offline ändern

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

1. Ändern Sie offline in der Hardware–Konfiguration die gewünschten Eigenschaften der CPU.
2. Übersetzen Sie die neue Hardware–Konfiguration, laden Sie diese jedoch **noch nicht** zum Zielsystem.

Ergebnis

Die geänderte Hardware–Konfiguration liegt im PG/ES vor. Das Zielsystem arbeitet weiterhin mit der alten Konfiguration im Systemzustand Redundant.

14.7.3 Schritt 2: Reserve–CPU stoppen

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

1. Markieren Sie im SIMATIC Manager eine CPU des H–Systems und wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand".
2. Markieren Sie im Dialogfeld "Betriebszustand" die Reserve–CPU und klicken Sie auf die Schaltfläche "Stop".

Ergebnis

Die Reserve–CPU geht in den STOP–Zustand, die Master–CPU bleibt im RUN–Zustand, das H–System arbeitet im Solobetrieb. Einseitige Peripherie der Reserve–CPU wird nicht mehr angesprochen.

14.7.4 Schritt 3: Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Solobetrieb.

Vorgehensweise

Laden Sie die übersetzte Hardware–Konfiguration in die im STOP befindliche Reserve–CPU.

ACHTUNG
Das Anwenderprogramm und die Verbindungsprojektierung dürfen im Solobetrieb nicht überladen werden.

Ergebnis

Die geänderten CPU–Parameter in der neuen Hardware–Konfiguration der Reserve–CPU wirken sich noch nicht auf den laufenden Betrieb aus.

14.7.5 Schritt 4: Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration

Ausgangssituation

Die geänderte Hardware–Konfiguration ist in die Reserve–CPU geladen.

Vorgehensweise

1. Markieren Sie im SIMATIC Manager eine CPU des H–Systems und wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand".
2. Klicken Sie im Dialogfeld "Betriebszustand" auf die Schaltfläche "Umschalten auf..."
3. Wählen Sie im Dialogfeld "Umschalten" die Option "mit geänderter Konfiguration" und klicken Sie auf die Schaltfläche "Umschalten".
4. Bestätigen Sie die anschließende Sicherheitsabfrage mit "OK".

Ergebnis

Die Reserve–CPU koppelt an, wird aufgedatet und wird Master. Die bisherige Master–CPU geht in den STOP–Zustand, das H–System arbeitet weiterhin im Solobetrieb.

Verhalten der Peripherie

Art der Peripherie	Einseitige Peripherie der bisherigen Master–CPU	Einseitige Peripherie der neuen Master–CPU	Geschaltete Peripherie
E/A–Baugruppen	Werden von der CPU nicht mehr angesprochen. Ausgabe–Baugruppen geben die konfigurierten Ersatz– oder Haltewerte aus.	Werden neu parametriert[1)] und von der CPU aktualisiert.	Arbeiten ohne Unterbrechung weiter.
1) Zentrale Baurgruppen werden zusätzlich erst zurückgesetzt. Ausgabe–Baugruppen geben dabei kurzzeitig 0 aus (statt der konfigurierten Ersatz– oder Haltewerte).			

Verhalten bei Überschreitung der Überwachungszeiten

Wenn eine der überwachten Zeiten den konfigurierten Maximalwert überschreitet, wird das Aufdaten abgebrochen und kein Masterwechsel durchgeführt. Das H–System bleibt mit der bisherigen Master–CPU im Solobetrieb und versucht unter bestimmten Voraussetzungen, den Masterwechsel später durchzuführen. Näheres entnehmen Sie bitte dem Kapitel Zeitüberwachung (Seite 109).

Bei unterschiedlichen Werten der Überwachungszeiten in den CPUs gelten jeweils die größeren Werte.

14.7.6 Schritt 5: Übergang in den Systemzustand Redundant

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet mit den geänderten CPU–Parametern im Solobetrieb.

Vorgehensweise

1. Markieren Sie im SIMATIC Manager eine CPU des H–Systems und wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand".
2. Markieren Sie im Dialogfeld "Betriebszustand" die Reserve–CPU und klicken Sie auf die Schaltfläche "Neustart (Warmstart)".

Ergebnis

Die Reserve–CPU koppelt an und wird aufgedatet. Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Verhalten der Peripherie

Art der Peripherie	Einseitige Peripherie der Reserve–CPU	Einseitige Peripherie der Master–CPU	Geschaltete Peripherie
E/A–Baugruppen	Werden neu parametriert[1)] und von der CPU aktualisiert.	Arbeiten ohne Unterbrechung weiter.	
1) Zentrale Baurgruppen werden zusätzlich erst zurückgesetzt. Ausgabe–Baugruppen geben dabei kurzzeitig 0 aus (statt der konfigurierten Ersatz– oder Haltewerte).			

Verhalten bei Überschreitung der Überwachungszeiten

Wenn eine der überwachten Zeiten den konfigurierten Maximalwert überschreitet, wird das Aufdaten abgebrochen. Das H–System bleibt mit der bisherigen Master–CPU im Solobetrieb und versucht unter bestimmten Voraussetzungen das Ankoppeln und Aufdaten später erneut. Näheres entnehmen Sie bitte dem Kapitel Zeitüberwachung (Seite 109).

Bei unterschiedlichen Werten der Überwachungszeiten in den CPUs gelten jeweils die größeren Werte.

14.8 Ändern der Speicherbestückung der CPU

14.8.1 Ändern der Speicherbestückung der CPU

Der Systemzustand Redundant ist nur bei gleicher Speicherbestückung der beiden CPUs möglich. Dazu muss folgende Bedingung erfüllt sein:

- Der Ladespeicher muss in beiden CPUs gleich groß und von der gleichen Art (RAM oder FLASH) sein.

Im laufenden Betrieb kann die Speicherbestückung der CPUs geändert werden. Mögliche Speicheränderungen bei S7–400H sind:

- Erweitern des Ladespeichers
- Wechseln der Speicherart des Ladespeichers

14.8.2 Erweitern des Ladespeichers

Folgende Methoden der Speichererweiterung sind möglich:

- Erweitern des Ladespeichers durch Stecken einer größeren Memory Card gleicher Art anstelle der vorhandenen
- Erweitern des Ladespeichers durch Stecken einer RAM Card, wenn bisher keine Memory Card gesteckt war

Bei dieser Art der Speicheränderung wird im Ankoppeln das komplette Anwenderprogramm von der Master– zur Reserve–CPU kopiert (siehe Kapitel Ablauf des Aufdatens (Seite 103)).

Einschränkungen

Das Erweitern des Ladespeichers ist nur sinnvoll bei RAM Cards, da nur dann das Anwenderprogramm beim Ankoppeln in den Ladespeicher der Reserve–CPU kopiert werden kann.

Prinzipiell ist es auch möglich, den Ladespeicher in Form von FLASH Cards zu erweitern, doch liegt es dann in Ihrer Verantwortung, das komplette Anwenderprogramm und die Hardware–Konfiguration in die neue FLASH Card zu laden (vergleiche Vorgehensweise in Kapitel Wechseln der Speicherart des Ladespeichers (Seite 249)).

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

Führen Sie nachfolgende Schritte in der angegebenen Reihenfolge aus:

Schritt	Was ist zu tun?	Wie reagiert das System?
1	Schalten Sie die Reserve–CPU über das PG in STOP.	System arbeitet im Solobetrieb.
2	Ziehen Sie die vorhandene Memory Card aus der CPU und stecken Sie eine Memory Card gleicher Art mit der gewünschten (größeren) Speicherkapazität.	Reserve–CPU fordert Urlöschen an.
3	Urlöschen Sie die Reserve–CPU über das PG.	–
4	Starten Sie die Reserve–CPU über den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand > Umschalten auf CPU mit...erweitertem Speicherausbau".	• Reserve–CPU koppelt an, wird aufgedatet und wird Master. • Bisherige Master–CPU geht in STOP. • System arbeitet im Solobetrieb
5	Schalten Sie die Stromversorgung für die zweite CPU aus.	Teilsystem ist abgeschaltet.
6	Ändern Sie die Speicherbestückung der zweiten CPU genau so wie Sie es in Schritt 2 bis 3 bei der ersten CPU durchgeführt haben.	–
7	Starten Sie die zweite CPU über den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand > Umschalten auf CPU mit...erweitertem Speicherausbau"..	• Zweite CPU koppelt an und wird aufgedatet. • System arbeitet wieder im Systemzustand Redundant.

14.8.3 Wechseln der Speicherart des Ladespeichers

Folgende Arten von Memory Cards stehen als Ladespeicher zur Verfügung:

- RAM Card für die Test– und Inbetriebnahmephase
- FLASH Card für die dauerhafte Speicherung des fertigen Anwenderprogramms

Die Größe der neuen Memory Card ist dabei irrelevant.

Bei dieser Art der Speicheränderung werden keine Programmteile von der Master– zur Reserve–CPU übertragen, sondern nur die Inhalte der unverändert gebliebenen Bausteine im Anwenderprogramm (siehe Kapitel Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration oder erweitertem Speicherausbau (Seite 106)).

Es liegt in Ihrer Verantwortung, das komplette Anwenderprogramm in den neuen Ladespeicher zu laden.

Hinweis

Durch ein Nachladen von Verbindungen / Netzübergängen ist ein Wechsel von RAM Card auf FLASH Card nicht mehr möglich.

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Am PG/ES ist der aktuelle Stand des Anwenderprogramms als STEP 7–Projekt in Bausteinform verfügbar.

⚠ VORSICHT

Ein aus dem Zielsystem geladenes Anwenderprogramm darf hier nicht verwendet werden.

Es ist nicht zulässig, aus einer AWL–Quelle das Anwenderprogramm neu zu übersetzen, da dann alle Bausteine einen neuen Zeitstempel erhalten. Bei der Master–Reserve–Umschaltung werden dann keine Bausteininhalte kopiert.

Vorgehensweise

Führen Sie nachfolgende Schritte in der angegebenen Reihenfolge aus:

Schritt	Was ist zu tun?	Wie reagiert das System?
1	Schalten Sie die Reserve–CPU über das PG in STOP.	System arbeitet im Solobetrieb.
2	Ziehen Sie die vorhandene Memory Card aus der Reserve–CPU und stecken Sie eine von der gewünschten Art.	Reserve–CPU fordert Urlöschen an.
3	Urlöschen Sie die Reserve–CPU über das PG.	–
4	Laden Sie die Programmdaten mit STEP 7 "Anwenderprogramm laden auf Memory Card" in die Reserve–CPU. **Achtung**: Wählen Sie im Auswahldialog die richtige CPU aus.	–
5	Starten Sie die Reserve–CPU über den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand > Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration".	• Reserve–CPU koppelt an, wird aufgedatet und wird Master. • Bisherige Master–CPU geht in STOP. • System arbeitet im Solobetrieb
6	Ändern Sie die Speicherbestückung der zweiten CPU genau so wie Sie es in Schritt 2 bei der ersten CPU durchgeführt haben.	–
7	Laden Sie das Anwenderprogramm und die Hardware–Konfiguration in die zweite CPU.	–
8	Starten Sie die zweite CPU über das PG.	• Zweite CPU koppelt an und wird aufgedatet. • System arbeitet wieder im Systemzustand Redundant.

ACHTUNG

Wenn Sie zu FLASH Cards wechseln wollen, können Sie diese bereits außerhalb der CPUs mit dem Anwenderprogramm und der Hardware–Konfiguration laden. Die Schritte 4 und 7 können dann entfallen.

Die Memory Cards in beiden CPUs müssen jedoch mit der gleichen Handlungsfolge geladen werden. Eine unterschiedliche Reihenfolge der Bausteine in den Ladespeichern führt zu einem Abbruch des Ankoppelns.

FLASH Card im H–System beschreiben

Sie können eine FLASH Card in einem in RUN befindlichen H–System beschreiben, ohne das H–System zu stoppen. Hierzu müssen die Online Daten der Hardware Konfiguration sowie das Anwenderprogramm in den CPUs und die entsprechenden Offline Daten auf Ihrer Engineering Station übereinstimmen.

FLASH-Card stecken

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Bringen Sie die Reserve–CPU in STOP und stecken Sie die FLASH Card in die CPU.
2. Urlöschen Sie die CPU mit Hilfe von STEP 7.
3. Laden Sie die Programmdaten mit STEP 7 "Anwenderprogramm laden auf Memory Card". Achtung: Wählen Sie im Auswahldialog die richtige CPU aus.
4. Schalten Sie mit Hilfe des Dialoges "Betriebszustand" auf die CPU mit geänderter Konfiguration um. Es erfolgt eine Master–Reserve–Umschaltung; die CPU mit der Flash Card ist jetzt die Master–CPU. Die Reserve–CPU befindet sich im STOP.
5. Setzen Sie die Flash Card in die nun im STOP befindliche CPU ein. Urlöschen Sie die CPU mit Hilfe von STEP 7.
6. Führen Sie Schritt 4 aus: Laden Sie die Programmdaten mit STEP 7 "Anwenderprogramm laden auf Memory Card". Achtung: Wählen Sie im Auswahldialog die richtige CPU aus.
7. Führen Sie mit Hilfe des Dialoges "Betriebszustand" einen Warmstart der Reserve–CPU aus. Das System geht in den Systemzustand "Redundant".

FLASH-Card ziehen

Wenn Sie FLASH Cards aus einem H–System entfernen gilt für die Datenkonsistenz On– und Offline das Gleiche wie oben. Zusätzlich darf der zur Verfügung stehende RAM–Speicher nicht kleiner sein als die tatsächliche STEP 7 Programmgröße (STEP 7 Programm > Bausteinbehälter > Eigenschaften "Bausteine").

1. Bringen Sie die Reserve–CPU in STOP und entfernen Sie die FLASH Card. Passen Sie ggf. den Speicherausbau an.
2. Urlöschen Sie die CPU mit Hilfe von STEP 7.
3. Laden Sie den Bausteincontainer mit STEP 7.
4. Schalten Sie mit Hilfe des Dialogs "Betriebszustand" um auf die CPU mit geänderter Konfiguration.
5. Entfernen Sie die FLASH Card aus der nun im STOP befindlichen CPU. Passen Sie ggf. den Speicherausbau an und urlöschen Sie die CPU.
6. Führen Sie mit Hilfe des Dialoges "Betriebszustand" einen Warmstart der Reserve–CPU aus. Das System geht in den Systemzustand "Redundant".

14.9 Umparametrieren einer Baugruppe

14.9.1 Umparametrieren einer Baugruppe

Welche Baugruppen (Signalbaugruppen und Funktionsbaugruppen) im laufenden Betrieb umparametriert werden können, entnehmen Sie bitte dem Infotext im Fenster "Hardware Katalog". Welches Verhalten die einzelnen Baugruppen aufweisen, können Sie deren Technischen Daten entnehmen.

ACHTUNG
Falls Sie Parameter modifizieren, deren Änderung verboten ist, erfolgt keine Umschaltung auf die CPU mit den geänderten Parametern. In diesem Fall wird das Ereignis W#16#5966 in den Diagnosepuffer eingetragen. Die fälschlicherweise geänderten Parameter müssen in der Projektierung wieder auf ihre zuletzt gültigen Werte eingestellt werden.

Wählen Sie die neuen Werte so, dass sie sowohl zu dem momentan geladenen als auch zu dem geplanten neuen Anwenderprogramm passen.

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

Um die Parameter von Baugruppen eines H–Systems zu ändern, führen Sie die nachfolgend aufgelisteten Schritte durch. Einzelheiten zu jedem Schritt sind jeweils in einem Unterkapitel beschrieben.

Schritt	Was ist zu tun?	Siehe Kapitel
1	Parameter offline ändern	Schritt 1: Parameter offline ändern (Seite 253)
2	Reserve–CPU stoppen	Schritt 2: Reserve–CPU stoppen (Seite 253)
3	Geänderte CPU–Parameter in die Reserve–CPU laden	Schritt 3: Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden (Seite 254)
4	Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration	Schritt 4: Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration (Seite 254)
5	Übergang in den Systemzustand Redundant	Schritt 5: Übergang in den Systemzustand Redundant (Seite 256)

Hinweis

Sie können den Ladevorgang nach Änderung der Hardware–Konfiguration weitgehend automatisch ablaufen lassen. Sie müssen dann die Handlungsschritte, die in den Kapiteln Schritt 2: Reserve–CPU stoppen (Seite 253) bis Schritt 5: Übergang in den Systemzustand Redundant (Seite 256) beschrieben sind, nicht mehr durchführen. Das beschriebene Verhalten des Systems bleibt unverändert.

Näheres finden Sie in der Online–Hilfe von HW–Konfig "Laden in Baugruppe -> Laden der Stationskonfiguration im Betriebszustand RUN".

14.9.2 Schritt 1: Parameter offline ändern

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

1. Ändern Sie offline in der Hardware–Konfiguration die Parameter der Baugruppe.
2. Übersetzen Sie die neue Hardware–Konfiguration, laden Sie diese jedoch **noch nicht** zum Zielsystem.

Ergebnis

Die geänderte Hardware–Konfiguration liegt im PG/ES vor. Das Zielsystem arbeitet weiterhin mit der alten Konfiguration im Systemzustand Redundant.

14.9.3 Schritt 2: Reserve–CPU stoppen

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Vorgehensweise

1. Markieren Sie im SIMATIC Manager eine CPU des H–Systems und wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand".
2. Markieren Sie im Dialogfeld "Betriebszustand" die Reserve–CPU und klicken Sie auf die Schaltfläche "Stop".

Ergebnis

Die Reserve–CPU geht in den STOP–Zustand, die Master–CPU bleibt im RUN–Zustand, das H–System arbeitet im Solobetrieb. Einseitige Peripherie der Reserve–CPU wird nicht mehr angesprochen.

14.9.4 Schritt 3: Neue Hardware–Konfiguration in die Reserve–CPU laden

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet im Solobetrieb.

Vorgehensweise

Laden Sie die übersetzte Hardware–Konfiguration in die im STOP befindliche Reserve–CPU.

ACHTUNG
Das Anwenderprogramm und die Verbindungsprojektierung dürfen im Solobetrieb nicht überladen werden.

Ergebnis

Die geänderten Parameter in der neuen Hardware–Konfiguration der Reserve–CPU wirken sich noch nicht auf den laufenden Betrieb aus.

14.9.5 Schritt 4: Umschalten auf CPU mit geänderter Konfiguration

Ausgangssituation

Die geänderte Hardware–Konfiguration ist in die Reserve–CPU geladen.

Vorgehensweise

1. Markieren Sie im SIMATIC Manager eine CPU des H–Systems und wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand".
2. Klicken Sie im Dialogfeld "Betriebszustand" auf die Schaltfläche "Umschalten auf..."
3. Wählen Sie im Dialogfeld "Umschalten" die Option "mit geänderter Konfiguration" und klicken Sie auf die Schaltfläche "Umschalten".
4. Bestätigen Sie die anschließende Sicherheitsabfrage mit "OK".

Ergebnis

Die Reserve–CPU koppelt an, wird aufgedatet und wird Master. Die bisherige Master–CPU geht in den STOP–Zustand, das H–System arbeitet weiterhin im Solobetrieb.

Verhalten der Peripherie

Art der Peripherie	Einseitige Peripherie der bisherigen Master–CPU	Einseitige Peripherie der neuen Master–CPU	Geschaltete Peripherie
E/A–Baugruppen	Werden von der CPU nicht mehr angesprochen. Ausgabe–Baugruppen geben die konfigurierten Ersatz– oder Haltewerte aus.	Werden neu parametriert1) und von der CPU aktualisiert.	Arbeiten ohne Unterbrechung weiter.
1) Zentrale Baurgruppen werden zusätzlich erst zurückgesetzt. Ausgabe–Baugruppen geben dabei kurzzeitig 0 aus (statt der konfigurierten Ersatz– oder Haltewerte).			

Verhalten bei Überschreitung der Überwachungszeiten

Wenn eine der überwachten Zeiten den konfigurierten Maximalwert überschreitet, wird das Aufdaten abgebrochen und kein Masterwechsel durchgeführt. Das H–System bleibt mit der bisherigen Master–CPU im Solobetrieb und versucht unter bestimmten Voraussetzungen, den Masterwechsel später durchzuführen. Näheres entnehmen Sie dem Kapitel Zeitüberwachung (Seite 109).

Bei unterschiedlichen Werten der Überwachungszeiten in den CPUs gelten jeweils die größeren Werte.

Aufruf des OB 83

Nach der Übertragung der Parameter–Datensätze an die gewünschten Baugruppen wird der OB 83 aufgerufen. Der Ablauf ist wie folgt:

1. Nachdem Sie die Parameteränderungen einer Baugruppe in STEP 7 vorgenommen und im RUN in die CPU geladen haben, wird der OB 83 gestartet (Startereignis W#16#3367). Aus der OB–Startinformation relevant sind die logische Basisadresse (OB83_MDL_ADDR) und der Baugruppentyp (OB83_MDL_TYPE). Ab jetzt sind die Ein– bzw. Ausgangsdaten der Baugruppe evtl. nicht mehr korrekt, und es dürfen keine SFCs mehr aktiv sein, die Datensätze an diese Baugruppe senden.

2. Nach Beendigung des OB 83 erfolgt die Umparametrierung der Baugruppe.

3. Nach Beendigung des Umparametriervorgangs wird der OB 83 erneut gestartet (Startereignis W#16#3267, falls die Parametrierung erfolgreich war, bzw. W#16#3968, falls sie nicht erfolgreich war). Die Ein– bzw. Ausgangsdaten der Baugruppe verhalten sich wie nach einem Stecken–Alarm, d.h. sie sind zum jetzigen Zeitpunkt unter Umständen noch nicht korrekt. Sie dürfen ab sofort wieder SFCs aufrufen, die Datensätze an die Baugruppe senden.

14.9.6 Schritt 5: Übergang in den Systemzustand Redundant

Ausgangssituation

Das H–System arbeitet mit den geänderten Parametern im Solobetrieb.

Vorgehensweise

1. Markieren Sie im SIMATIC Manager eine CPU des H–Systems und wählen Sie den Menübefehl "Zielsystem > Betriebszustand".
2. Markieren Sie im Dialogfeld "Betriebszustand" die Reserve–CPU und klicken Sie auf die Schaltfläche "Neustart (Warmstart)".

Ergebnis

Die Reserve–CPU koppelt an und wird aufgedatet. Das H–System arbeitet im Systemzustand Redundant.

Verhalten der Peripherie

Art der Peripherie	Einseitige Peripherie der Reserve–CPU	Einseitige Peripherie der Master–CPU	Geschaltete Peripherie
E/A–Baugruppen	Werden neu parametriert[1)] und von der CPU aktualisiert.	Arbeiten ohne Unterbrechung weiter.	
1) Zentrale Baurgruppen werden zusätzlich erst zurückgesetzt. Ausgabe–Baugruppen geben dabei kurzzeitig 0 aus (statt der konfigurierten Ersatz– oder Haltewerte).			

Verhalten bei Überschreitung der Überwachungszeiten

Wenn eine der überwachten Zeiten den konfigurierten Maximalwert überschreitet, wird das Aufdaten abgebrochen. Das H–System bleibt mit der bisherigen Master–CPU im Solobetrieb und versucht unter bestimmten Voraussetzungen das Ankoppeln und Aufdaten später erneut. Näheres entnehmen Sie dem Kapitel Zeitüberwachung (Seite 109).

Bei unterschiedlichen Werten der Überwachungszeiten in den CPUs gelten jeweils die größeren Werte.

Synchronisationsmodule 15

15.1 Synchronisationsmodule für S7–400H

Funktion der Synchronisationsmodule

Synchronisationsmodule dienen der Kommunikation zwischen zwei redundanten S7–400H CPUs. Sie benötigen zwei Synchronisationsmodule je CPU, die Sie paarweise über einen Lichtwellenleiter verbinden.

Ein Synchronisationsmodul können Sie unter Spannung tauschen. Dies unterstützt das Reparaturverhalten der H–Systeme, um auch den Ausfall der Redundanzverbindung ohne Anlagenstopp zu beherrschen.

Wenn Sie ein Synchronisationsmodul im redundanten Betrieb ziehen, tritt ein Synchronisationsverlust auf. Die Reserve-CPU geht für einige Minuten in Fehlersuchbetrieb. Wird während dieser Zeit das neue Synchronisationsmodul gesteckt und die Redundanzkopplung wiederhergestellt, dann geht die Reserve-CPU in den Systemzustand Redundant, ansonsten geht sie in STOP.

Wenn Sie das neue Synchronisationsmodul danach stecken und die Redundanzkopplung wiederherstellen, führt die Reserve-CPU ein Ankoppeln und Aufdaten aus.

Abstand zwischen den S7–400H CPUs

Es gibt die folgenden beiden Typen von Synchronisationsmodulen:

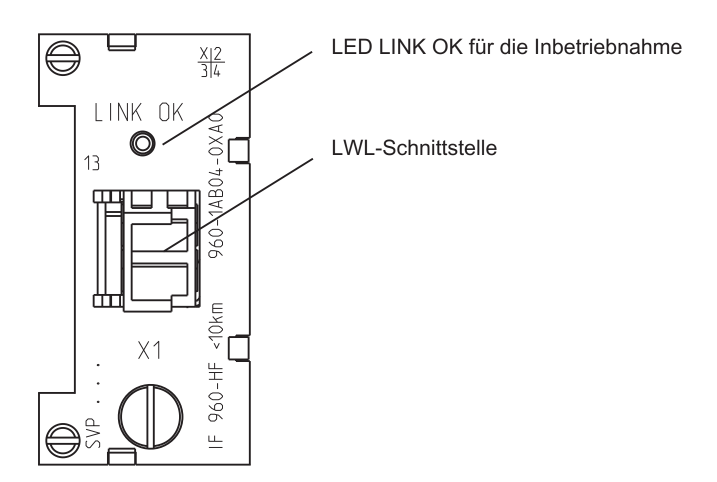
Bestellnummer	Maximaler Abstand zwischen den CPUs
6ES7 960–1AA04–0XA0	10 m
6ES7 960–1AB04–0XA0	10 km

Bei langen Synchronisationsleitungen kann sich die Zykluszeit verlängern. Diese Verlängerung kann bis zu 10% pro Kilometer Leitungslänge betragen.

Hinweis

In einem H–System müssen sie 4 Synchronisationsmodule vom jeweils gleichen Typ einsetzen.

Mechanischer Aufbau



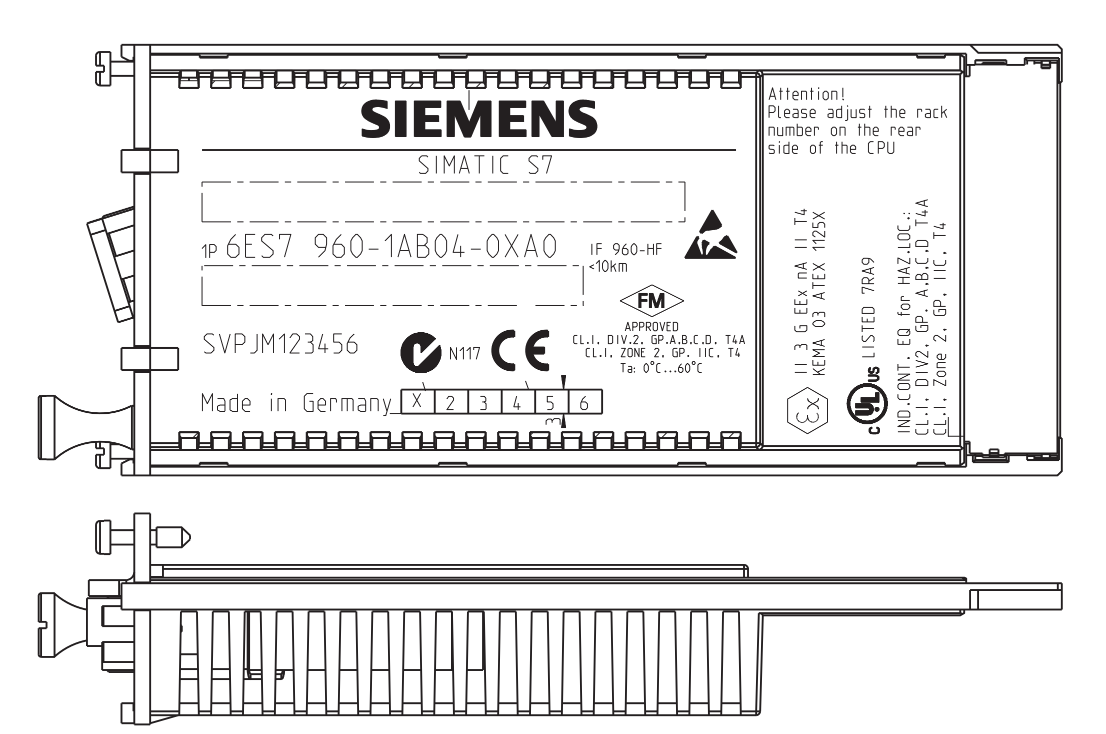


Bild 15-1 Synchronisationsmodul

> ⚠ **VORSICHT**
>
> Es kann eine Körperverletzung eintreten.
>
> Das Synchronisationsmodul enthält ein Laser–System und ist als "LASER PRODUKT DER KLASSE 1" nach IEC 60825–1 klassifiziert.
>
> Vermeiden Sie direkten Kontakt mit dem Laserstrahl. Öffnen Sie das Gehäuse nicht. Beachten Sie die Informationen in diesem Handbuch und bewahren Sie es als Referenz auf.

CLASS 1 LASER PRODUCT
LASER KLASSE 1 PRODUKT
TO EN 60825

LED LINK OK

Während der Inbetriebnahme eines H–Systems können Sie mit der LED LINK OK auf dem Synchronisationsmodul die Qualität der Verbindung zwischen den CPUs überprüfen.

LED LINK OK	Bedeutung
hell	Verbindung ist in Ordnung
blinkt	Verbindung ist nicht verlässlich, das Signal ist gestört Überprüfen Sie die Anschlüsse und Verbindungen Stellen Sie sicher, dass die Lichtwellenleiter entsprechend den Richtlinien in Kapitel Installation von Lichtwellenleitern (Seite 260) verlegt sind
dunkel	Verbindung ist unterbrochen oder die Lichtintensität ist zu gering Überprüfen Sie die Anschlüsse und Verbindungen Stellen Sie sicher, dass die Lichtwellenleiter entsprechend den Richtlinien in Kapitel Installation von Lichtwellenleitern (Seite 260) verlegt sind

OB 84

Im redundanten Betrieb ruft das Betriebssystem der CPU den OB 84 bei verminderter Leistung der Redundanzkopplung zwischen den beiden CPUs auf.

LWL–Schnittstellen nicht benutzter Module

LWL–Schnittstellen nicht benutzter Module müssen Sie beim Lagern zum Schutz der Optik mit Blindstopfen verschließen. Diese stecken im Auslieferungszustand im Synchronisationsmodul.

Technische Daten

Technische Daten	6ES7 960–1AA04–0XA0	6ES7 960–1AB04–0XA0
Maximaler Abstand zwischen den CPUs	10 m	10 km
Versorgungsspannung	5,1 V, wird aus der CPU versorgt	5,1 V, wird aus der CPU versorgt
Stromaufnahme	210 mA	250 mA
Verlustleistung Wellenlänge der optischen Transceiver	1,1 W 850 nm	1,3 W 1300 nm
Maximal zulässige Dämpfung des Lichtwellenleiters	7 db	12 db

Technische Daten	6ES7 960–1AA04–0XA0	6ES7 960–1AB04–0XA0
Maximal zulässige Differenz der Leitungslängen	9 m	50 m
Abmessungen B x H x T (mm)	25 x 53 x 140	25 x 53 x 140
Gewicht	0,065 kg	0,065 kg

15.2 Installation von Lichtwellenleitern

Einleitung

Das Verlegen von Lichtwellenleitern ist ausschließlich durch ausgebildetes Fachpersonal vorzunehmen. Halten Sie geltende Vorschriften und Gesetze ein. Die Verlegung muss mit der nötigen Sorgfalt ausgeführt werden, stellt sie doch in der Praxis die häufigste Fehlerquelle dar. Ursachen dafür sind:

- Knickung der Lichtwellenleiter durch zu enge Biegeradien.
- Quetschung durch überhöhte äußere Krafteinwirkung wie Betreten, Einklemmen oder Belastung durch andere schwere Kabel.
- Überdehnung durch zu große Zugbelastung.
- Beschädigung durch Kanten etc.

Zulässige Biegeradien für konfektionierte Kabel

Bei der Verlegung dürfen folgende Biegeradien nicht unterschritten werden:

- Steckernah: 55 mm
- Während des Einziehens: 60 mm (mehrmalig)
- Nach dem Einziehen: 40 mm (einmalig)

Zu Beachten bei Lichtwellenleitern für Synchronisationskopplung der S7–400H

Beachten Sie bei der Kabelführung, dass die beiden Lichtwellenleiter stets getrennt verlegt werden. Die getrennte Verlegung erhöht die Verfügbarkeit und schützt vor möglichen Doppelfehlern z. B. bei gleichzeitiger Unterbrechung der Lichtwellenleiter.

Beachten Sie weiterhin, dass vor dem Einschalten der Stromversorgung bzw. vor dem Einschalten des Systems die Lichtwellenleiter in beiden CPUs gesteckt sind, da es sonst möglich ist, dass beide CPUs das Anwenderprogramm als Master-CPU bearbeiten.

Qualitätssicherung vor Ort

Überprüfen Sie die folgenden Punkte, bevor Sie die Lichtwellenleiter verlegen:

- Wurde der richtige Lichtwellenleiter angeliefert?
- Weist das Produkt Transportschäden auf?
- Ist ein geeignetes Zwischenlager für die Lichtwellenleiter auf der Baustelle organisiert?
- Stimmen die Kategorie von Leiter und Anschlusskomponenten überein?

Lagerung der Lichtwellenleiter

Wird der Lichtwellenleiter nach der Lieferung nicht unmittelbar verlegt, so empfiehlt es sich, ihn an einem von mechanischen und thermischen Einflüssen geschützten und trockenem Ort zu lagern. Halten Sie die zulässigen Lagertemperaturen ein. Diese ist im Datenblatt des Lichtwellenleiters angegeben. Der Lichtwellenleiter sollte nach Möglichkeit bis zur Verlegung in der Originalverpackung verbleiben.

Offene Verlegung, Mauerdurchbrüche, Kabelkanäle:

Beachten Sie bei der Verlegung von Lichtwellenleitern folgende Punkte:

- Die Lichtwellenleiter können offen verlegt werden, wenn in diesen Bereichen (Steigzonen, Verbindungsschächte, Telefonverteiler–Räume, usw.) eine Beschädigung ausgeschlossen ist.
- Die Befestigung erfolgt mittels Kabelbinder auf eine Profilschiene (Kabeltrasse, Gitterkanäle), wobei der Lichtwellenleiter durch die entsprechende Befestigung nicht gequetscht werden darf (siehe Druck).
- Vor der Verlegung müssen die Kanten des Durchbruches gebrochen bzw. abgerundet werden, um beim Einziehen und späteren Befestigen des Lichtwellenleiters eine Beschädigung des Mantels zu verhindern.
- Der Biegeradius darf den vom Hersteller vorgeschriebenen Wert nicht unterschreiten.
- Der Radius der Kabelkanäle muss bei Richtungsänderungen dem vorgeschriebenen Biegeradius des Lichtwellenleiters entsprechen.

Kabeleinzug

Beachten Sie beim Einzug von Lichtwellenleitern folgende Punkte:

- Entnehmen Sie die zulässigen Einziehkräfte für den jeweiligen Lichtwellenleiter dem zugehörigen Datenblatt und halten Sie sie ein.
- Vermeiden Sie vor dem Kabeleinzug das Auslegen (längeres Abspulen).
- Verlegen Sie den Lichtwellenleiter möglichst unmittelbar von der Kabelrolle.
- Wickeln Sie den Lichtwellenleiter nicht seitlich über den Rollen-Flansch ab (Verdrehgefahr).
- Verwenden Sie beim Einziehen des Lichtwellenleiters möglichst einen Kabelziehstrumpf.

- Halten Sie beim Verlegen die spezifizierten Biegeradien ein.
- Verwenden Sie keine fett– oder ölhaltigen Schmiermittel.
  Die nachfolgend aufgelisteten Schmiermittel können Sie verwenden, um das Einziehen von Lichtwellenleitern zu erleichtern.
  - Gelbe Masse (Wire–Pulling, Lubricant von Klein Tools; 51000)
  - Schmierseife
  - Spülmittel
  - Talkum
  - Waschmittel

Druck

Es darf kein Druck z. B. durch unsachgemäßes Befestigen mit Schellen (Kabelschnellverleger/KSV) oder Kabelbinder entstehen. Weiterhin müssen Sie vermeiden, dass auf die Lichtwellenleiter getreten wird.

Wärmeeinwirkung

Die Kabel sind empfindlich auf direkte Wärmeeinwirkungen, d.h., der Lichtwellenleiter darf nicht mit einem Heissluftfön oder Gasbrenner bearbeitet werden, wie dies bei der Schrumpfschlauchtechnik praktiziert wird.

15.3 Auswahl von Lichtwellenleitern

Bei der Auswahl geeigneter Lichtwellenleiter müssen Sie folgende Randbedingungen und Gegebenheiten berücksichtigen:

- Erforderliche Kabellängen
- Verlegung im Innenbereich oder im Außenbereich
- Ist ein besonderer Schutz gegen mechanische Beanspruchung notwendig?
- Ist ein besonderer Schutz gegen Nagetiere notwendig?
- Soll ein Außenkabel direkt in der Erde verlegt werden?
- Muss der Lichtwellenleiter wasserdicht sein?
- Welchen Temperaturen wird der verlegte Lichtwellenleiter ausgesetzt sein?

Kabellänge bis 10 m

Das Synchronisationsmodul 6ES7 960–1AA04–0XA0 können Sie paarweise mit Lichtwellenleitern bis 10 m einsetzen.

Wählen Sie bei Kabellängen bis 10 m folgende Spezifikationen:

- Multimodefaser 50/125 µ oder 62,5/125 µ
- Patchkabel (Rangierkabel) für Innenräume
- 2 x Duplexkabel pro H–System, gekreuzt
- Steckertyp LC–LC

Als Zubehör für H–Systeme sind solche Kabel in folgenden Längen erhältlich:

Tabelle 15- 1 Lichtwellenleiter als Zubehör

Länge	Bestellnummer
1 m	6ES7960–1AA04–5AA0
2 m	6ES7960–1AA04–5BA0
10 m	6ES7960–1AA04–5KA0

Kabellänge bis 10 km

Das Synchronisationsmodul 6ES7 960-1AB04-0XA0 können Sie paarweise mit Lichtwellenleitern bis 10 km einsetzen.

Beachten Sie dabei folgende Regeln:

- Sorgen Sie für eine ausreichende Zugentlastung an den Modulen, wenn Sie Lichtwellenleiter einsetzen, die länger als 10 m sind.
- Halten Sie die vorgegebenen Umgebungsbedingungen für die eingesetzten Lichtwellenleiter ein (Biegeradien, Druck Temperatur...)
- Beachten Sie die technischen Daten der eingesetzten Lichtwellenleiter (Dämpfung, Bandbreite...)

Bei Kabellängen über 10 m müssen Sie sich die Lichtwellenleiter in der Regel anfertigen lassen. Wählen Sie hierbei zunächst folgende Spezifikation:

- Singlemodefaser (Monomodefaser) 9/125 µ

  Bei kurzen Strecken zu Test und Inbetriebnahme können Sie auch die Kabel verwenden, die als Zubehör in Längen bis 10 m lieferbar sind. Für den Dauereinsatz sind aber ausschließlich die hier spezifizierten Kabel mit Singlemodefasern zulässig.

Die weiteren Spezifikationen, abhängig von Ihrem Anwendungsfall, können Sie den nachfolgenden Tabellen entnehmen:

Tabelle 15- 2 Spezifikation von Lichtwellenleitern im Innenbereich

Verkabelung	Benötigte Komponenten	Spezifikation
Die gesamte Verkabelung wird innerhalb eines Gebäudes verlegt Die Verkabelung erfordert keinen Übergang vom Innen– in den Außenbereich Die erforderliche Kabellänge ist an einem Stück verfügbar. Es müssen nicht mehrere Kabelstücke über Verteilerboxen verbunden werden. Einfache Installation komplett mit konfektionierten Kabeln	Patchkabel	2 x Duplexkabel pro System Steckertyp LC – LC Adern gekreuzt Beachten Sie weitere Spezifikationen, die ggf. in Ihrer Anlage eingehalten werden müssen: UL-Zulassung Halogenfreiheit
	Konfektioniertes Verlegekabel	Mehradrige Kabel, 4 Adern pro System Steckertyp LC – LC Adern gekreuzt Beachten Sie weitere Spezifikationen, die ggf. in Ihrer Anlage eingehalten werden müssen: UL-Zulassung Halogenfreiheit
Die gesamte Verkabelung wird innerhalb eines Gebäudes verlegt Die Verkabelung erfordert keinen Übergang vom Innen– in den Außenbereich Die erforderliche Kabellänge ist an einem Stück verfügbar. Es müssen nicht mehrere Kabelstücke über Verteilerboxen verbunden werden. Einfache Installation komplett mit konfektionierten Kabeln	ggf. Verlegekabel auch für den Innenbereich	1 Kabel mit 4 Adern pro H–System Beide Schnittstellen in einem Kabel 1 oder 2 Kabel mit mehreren Adern gemeinsam Trennung der Schnittstellen bei Verlegung zur Erhöhung der Verfügbarkeit (Verringerung Common Cause) Steckertyp z. B. ST oder SC, passend zu den anderen Komponenten, siehe unten Beachten Sie weitere Spezifikationen, die ggf. in Ihrer Anlage eingehalten werden müssen: UL–Zulassung Halogenfreiheit Vermeiden Sie das Spleißen der Kabel im Feld. Verwenden Sie vorkonfektionierte Kabel mit Einziehschutz/–Hilfe in Peitschen– oder Breakout–Konfektion inkl. Messprotokoll.
	Patchkabel für den Innenbereich	Steckertyp LC auf z. B. ST oder SC, passend zu den anderen Komponenten.

Verkabelung	Benötigte Komponenten	Spezifikation
Installation über Verteilerboxen, siehe Bild 15–2	Für jeden Übergang eine Verteiler–/Durchführungsbox Verlege– und Patchkabel werden über die Verteilerbox verbunden. Hierbei können z. B. entweder ST– oder SC–Steckverbindungen eingesetzt werden. Achten Sie bei der Installation auf jeweils gekreuzten Anschluss von CPU zu CPU.	Steckertyp z. B. ST oder SC, passend zu den anderen Komponenten.

Tabelle 15- 3 Spezifikation von Lichtwellenleitern im Außenbereich

Verkabelung	Benötigte Komponenten	Spezifikation
Die Verkabelung erfordert einen Übergang vom Innen– in den Außenbereich siehe Bild 15–2	• Verlegekabel für den Außenbereich	Verlegekabel für den Außenbereich: • 1 Kabel mit 4 Adern pro H–System Beide Schnittstellen in einem Kabel • 1 oder 2 Kabel mit mehreren Adern gemeinsam Trennung der Schnittstellen bei Verlegung zur Erhöhung der Verfügbarkeit (Verringerung Common Cause) • Steckertyp z. B. ST oder SC, passend zu den anderen Komponenten, siehe unten Beachten Sie weitere Spezifikationen, die ggf. in Ihrer Anlage eingehalten werden müssen: • UL-Zulassung • Halogenfreiheit Beachten Sie weitere Spezifikationen, die ggf. durch die örtlichen Gegebenheiten verursacht werden: • Schutz vor erhöhter mechanischer Beanspruchung • Schutz vor Nagetieren • Schutz vor Wasser • Geeignet für direkte Erdverlegung • Geeignet für die vorliegenden Temperaturbereiche Vermeiden Sie das Spleißen der Kabel im Feld. Verwenden Sie vorkonfektionierte Kabel mit Einziehschutz/–Hilfe in Peitschen–Konfektion inkl. Messprotokoll.
	• ggf. Verlegekabel auch für den Innenbereich	• 1 Kabel mit 4 Adern pro H–System Beide Schnittstellen in einem Kabel • 1 oder 2 Kabel mit mehreren Adern gemeinsam Trennung der Schnittstellen bei Verlegung zur Erhöhung der Verfügbarkeit (Verringerung Common Cause) • Steckertyp z. B. ST oder SC, passend zu den anderen Komponenten, siehe unten Beachten Sie weitere Spezifikationen, die ggf. in Ihrer Anlage eingehalten werden müssen: • UL-Zulassung • Halogenfreiheit Vermeiden Sie das Spleißen der Kabel im Feld. Verwenden Sie vorkonfektionierte Kabel mit Einziehschutz/–Hilfe in Peitschen– oder Breakout–Konfektion inkl. Messprotokoll.
	• Patchkabel für den Innenbereich	• Steckertyp LC auf z. B. ST oder SC, passend zu den anderen Komponenten.

Verkabelung	Benötigte Komponenten	Spezifikation
Die Verkabelung erfordert einen Übergang vom Innen– in den Außenbereich siehe Bild 15–2	• Für jeden Übergang eine Verteiler–/Durchführungsbox Verlege– und Patchkabel werden über die Verteilerbox verbunden. Hierbei können z. B. entweder ST– oder SC–Steckverbindungen eingesetzt werden Achten Sie bei der Installation auf jeweils gekreuzten Anschluss von CPU zu CPU.	• Steckertyp z. B. ST oder SC, passend zu den anderen Komponenten.

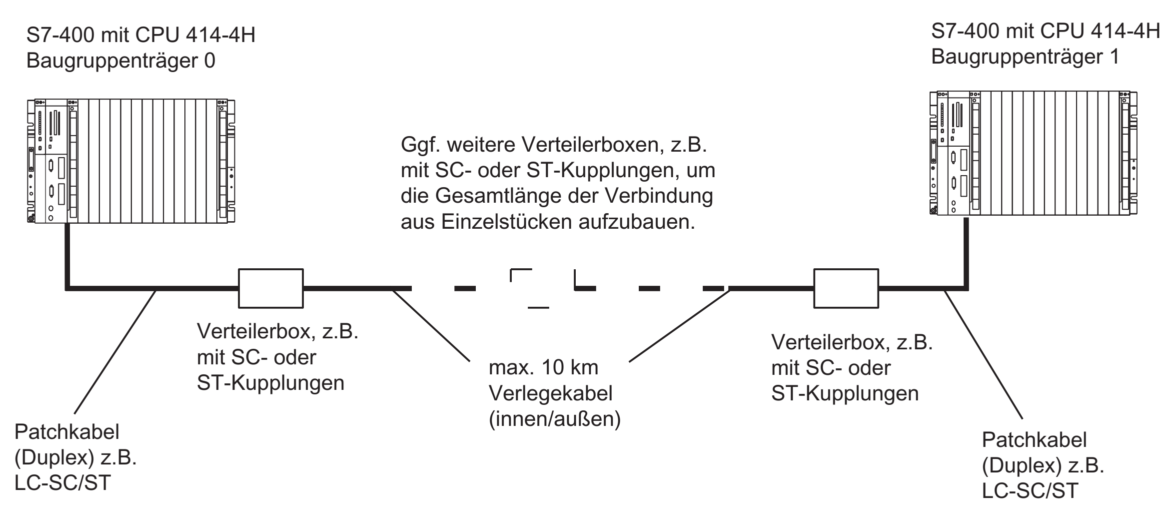


Bild 15-2 Lichtwellenleiter, Installation über Verteilerboxen

Zyklus– und Reaktionszeiten der S7–400 16

In diesem Kapitel erfahren Sie, woraus sich die Zyklus– und Reaktionszeiten der S7–400 zusammensetzen.

Die Zykluszeit Ihres Anwenderprogramms auf der entsprechenden CPU können Sie mit dem PG auslesen (siehe Handbuch *Hardware konfigurieren und Verbindungen projektieren mit STEP 7*).

An Beispielen zeigen wir Ihnen die Berechnung der Zykluszeit.

Wichtig für die Betrachtung eines Prozesses ist die Reaktionszeit. Wie Sie diese berechnen, zeigen wir Ihnen ausführlich in diesem Kapitel. Wenn Sie eine CPU 41x–H als Master im PROFIBUS–DP–Netz einsetzen, dann müssen Sie zusätzlich noch DP-Zykluszeiten berücksichtigen (siehe Kapitel Reaktionszeit (Seite 282)).

Weitere Informationen

Weitere Informationen zu den folgenden Bearbeitungszeiten finden Sie in der Operationsliste S7–400H. Dort finden Sie alle von den jeweiligen CPUs verarbeitbaren *STEP 7*–Anweisungen mit ihrer Ausführungszeit sowie alle in den CPUs integrierten SFCs/SFBs bzw. die in *STEP 7* aufrufbaren IEC–Funktionen mit ihren Bearbeitungszeiten.

16.1 Zykluszeit

In diesem Kapitel erfahren Sie, wie sich die Zykluszeit zusammensetzt und wie Sie die Zykluszeit berechnen können.

Definition Zykluszeit

Die Zykluszeit ist die Zeit, die das Betriebssystem für die Bearbeitung eines Programmdurchlaufes - d.h. eines OB 1–Durchlaufes - sowie aller diesen Durchlauf unterbrechenden Programmteile und Systemtätigkeiten benötigt.

Diese Zeit wird überwacht.

Zeitscheibenmodell

Die zyklische Programmbearbeitung und damit auch die Bearbeitung des Anwenderprogramms erfolgt in Zeitscheiben. Um Ihnen die Abläufe besser vor Augen zu führen, gehen wir im Folgenden davon aus, dass jede Zeitscheibe exakt 1 ms lang ist.

Prozessabbild

Damit der CPU für die Dauer der zyklischen Programmbearbeitung ein konsistentes Abbild der Prozess–Signale zur Verfügung steht, werden die Prozess–Signale vor der Programmbearbeitung gelesen bzw. geschrieben. Anschließend greift die CPU während der Programmbearbeitung beim Ansprechen der Operandenbereiche Eingänge (E) und Ausgänge (A) nicht direkt auf die Signalbaugruppen zu, sondern auf den internen Speicherbereich der CPU, in dem sich das Abbild der Ein–/Ausgänge befindet.

Ablauf der zyklischen Programmbearbeitung

Die nachfolgende Tabelle mit Bild zeigt die Phasen der zyklischen Programmbearbeitung.

Tabelle 16- 1 Zyklische Programmbearbeitung

Schritt	Ablauf
1	Das Betriebssystem startet die Zyklusüberwachungszeit.
2	Die CPU schreibt die Werte aus dem Prozessabbild der Ausgänge in die Ausgabebaugruppen.
3	Die CPU liest den Zustand der Eingänge an den Eingabebaugruppen aus und aktualisiert das Prozessabbild der Eingänge.
4	Die CPU bearbeitet das Anwenderprogramm in Zeitscheiben und führt die im Programm angegebenen Operationen aus.
5	Am Ende eines Zyklus führt das Betriebssystem anstehende Aufgaben aus, z. B. Laden und Löschen von Bausteinen.
6	Anschließend kehrt die CPU ggf. nach Ablauf der projektierten Mindestzykluszeit zum Zyklusanfang zurück und startet erneut die Zykluszeitüberwachung.

Teile der Zykluszeit

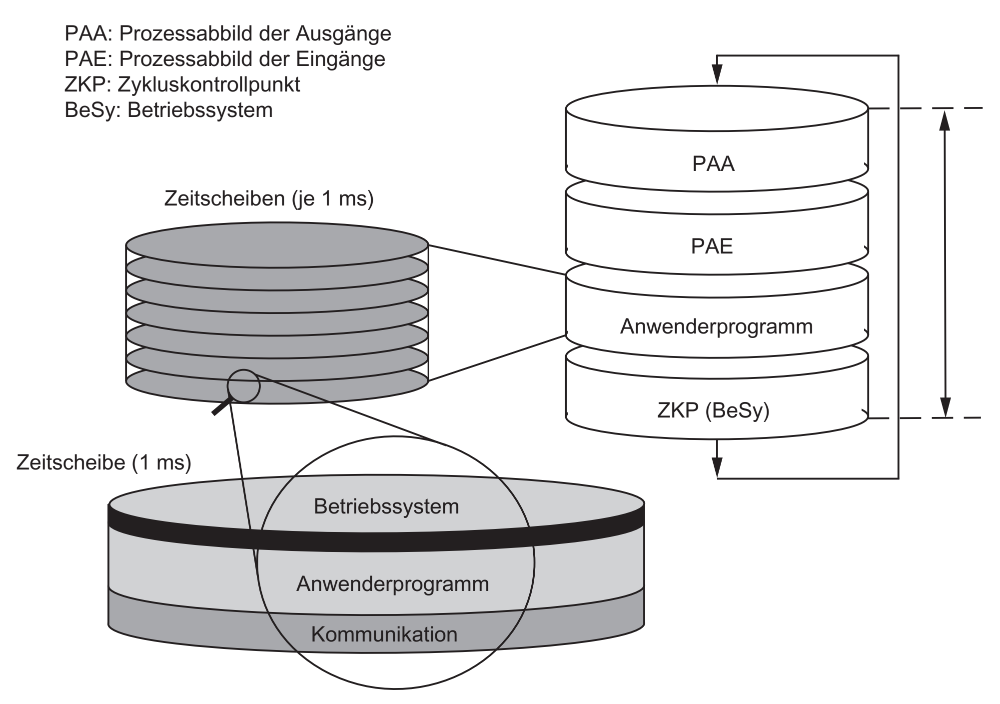


Bild 16-1 Teile und Zusammensetzung der Zykluszeit

16.2 Berechnung der Zykluszeit

Verlängerung der Zykluszeit

Die Zykluszeit eines Anwenderprogramms verlängert sich durch folgende Faktoren:

- Zeitgesteuerte Alarmbearbeitung
- Prozessalarmbearbeitung (siehe auch Kapitel Alarmreaktionszeit (Seite 292))
- Diagnose und Fehlerbearbeitung (siehe auch Kapitel Berechnungsbeispiel für die Alarmreaktionszeit (Seite 294))
- Kommunikation über MPI und über den K–Bus angeschlossene CPs (z.B.: Ethernet, Profibus, DP); enthalten in der Kommunikationslast
- Sonderfunktionen wie Steuern und Beobachten von Variablen oder Bausteinstatus
- Übertragen und Löschen von Bausteinen, Komprimieren des Anwenderprogrammspeichers

Einflussfaktoren

Folgende Tabelle zeigt die Faktoren, die die Zykluszeit beeinflussen.

Tabelle 16- 2 Einflussfaktoren der Zykluszeit

Faktoren	Bemerkung
Transferzeit für das Prozess–abbild der Ausgänge (PAA) und das Prozessabbild der Eingänge (PAE)	Siehe Tabellen ab 16-3
Anwenderprogramm-bearbeitungszeit	Diesen Wert errechnen Sie aus den Ausführungszeiten der einzelnen Operationen (siehe *Operationsliste S7–400*).
Betriebssystembearbeitungszeit im Zykluskontrollpunkt	Siehe Tabelle 16-7
Verlängerung der Zykluszeit durch Kommunikation	Sie parametrieren die maximal zulässige Zyklusbelastung durch die Kommunikation in % in **STEP 7** (Handbuch *Programmieren mit STEP 7*). Siehe Kapitel Kommunikationslast (Seite 279).
Belastung der Zykluszeit durch Alarme	Alarme können das Anwenderprogramm jederzeit unterbrechen. Siehe Tabelle 16-8

Prozessabbild-Aktualisierung

Nachfolgende Tabelle enthält die CPU-Zeiten für die Prozessabbild–Aktualisierung (Prozessabbild-Transferzeit). Die angegebenen Zeiten sind "Idealwerte", die sich durch auftretende Alarme oder durch Kommunikation der CPU verlängern können.

Die Transferzeit für die Prozessabbild–Aktualisierung berechnet sich wie folgt:

K + Anteil im Zentralgerät (aus Zeile A der folgenden Tabelle)
 + Anteil im Erweiterungsgerät mit Nahkopplung (aus Zeile B)
 + Anteil im Erweiterungsgerät mit Fernkopplung (aus Zeile C)
 + Anteil über integrierte DP–Schnittstelle (aus Zeile D)
 + Anteil konsistente Daten über integrierte DP–Schnittstelle (aus Zeile E1)
 + Anteil konsistente Daten über externe DP–Schnittstelle (aus Zeile E2)

= Transferzeit für die Prozessabbild–Aktualisierung

Nachfolgende Tabellen enthalten die einzelnen Anteile der Transferzeit für die Prozessabbild–Aktualisierung (Prozessabbild–Transferzeit). Die angegebenen Zeiten sind "Idealwerte", die sich durch auftretende Alarme oder durch Kommunikation der CPU verlängern können.

Tabelle 16- 3 Anteile der Prozessabbild–Transferzeit, CPU 412–3H

	Anteile **n = Anzahl Bytes im Prozessabbild** **m= Anzahl Zugriffe im Prozessabbild *)**	**CPU 412–3H Einzelbetrieb**	**CPU 412–3H redundant**
K	Grundlast	13 µs	16 µs
A **)	Im Zentralgerät Byte/Wort/Doppelwort lesen/schreiben	m * 9,5 µs	m * 40 µs
B **)	Im Erweiterungsgerät mit Nahkopplung Byte/Wort/Doppelwort lesen/schreiben	m * 24 µs	m * 52 µs
C **)***)	Im Erweiterungsgerät mit Fernkopplung Byte/Wort/Doppelwort lesen/schreiben	m * 48 µs	m * 76 µs
D	Im DP–Bereich für die integrierte DP–Schnittstelle Byte/Wort/Doppelwort lesen/schreiben	m * 2,0 µs	m * 35 µs
D	Im DP–Bereich für externe DP–Schnittstellen Byte/Wort/Doppelwort lesen/schreiben	m * 6,0 µs	m * 40 µs
E1	Konsistente Daten im Prozessabbild für die integrierte DP–Schnittstelle Daten lesen/schreiben	n * 1,4 µs	n * 4,4 µs
E2	Konsistente Daten im Prozessabbild für die externe DP–Schnittstelle (CP 443–5 extended) Daten lesen/schreiben	n * 3,0 µs	n * 6,5 µs
*) Die Daten einer Baugruppe werden mit der minimalen Anzahl von Zugriffen aktualisiert. (Bsp.: Bei 8 Bytes gibt es 2 Doppelwortzugriffe, bei 16 Bytes 4 Doppelwortzugriffe.)			
**) Bei Peripherie, die in das Zentralgerät oder in ein Erweiterungsgerät gesteckt wird, enthält der angegebene Wert die Laufzeit zur Peripheriebaugruppe			
***) Gemessen mit IM460–3 und IM461–3 bei einer Kopplungslänge von 100 m			

Tabelle 16- 4 Anteile der Prozessabbild–Transferzeit, CPU 414–4H

	Anteile **n = Anzahl Bytes im Prozessabbild** **m= Anzahl Zugriffe im Prozessabbild** *)	**CPU 414–4H Einzelbetrieb**	**CPU 414–4H redundant**
K	Grundlast	8 µs	9 µs
A **)	Im Zentralgerät Byte/Wort/Doppelwort lesen/schreiben	m * 8,5 µs	m * 25,7 µs
B **)	Im Erweiterungsgerät mit Nahkopplung Byte/Wort/Doppelwort lesen/schreiben	m * 23 µs	m * 40 µs
C **)***)	Im Erweiterungsgerät mit Fernkopplung Byte/Wort/Doppelwort lesen/schreiben	m * 58 µs	m * 64 µs
D	Im DP–Bereich für die integrierte DP–Schnittstelle Byte/Wort/Doppelwort lesen/schreiben	m * 1,3 µs	m * 21,5 µs
D	Im DP–Bereich für externe DP–Schnittstellen Byte/Wort/Doppelwort lesen/schreiben	m * 5,2 µs	m * 24,6 µs
E1	Konsistente Daten im Prozessabbild für die integrierte DP–Schnittstelle Daten lesen/schreiben	n * 0,66 µs	n * 3,1 µs
E2	Konsistente Daten im Prozessabbild für die externe DP–Schnittstelle (CP 443–5 extended) Daten lesen/schreiben	n * 2,5 µs	n * 6,5 µs
*) Die Daten einer Baugruppe werden mit der minimalen Anzahl von Zugriffen aktualisiert. (Bsp.: Bei 8 Bytes gibt es 2 Doppelwortzugriffe, bei 16 Bytes 4 Doppelwortzugriffe.)			
**) Bei Peripherie, die in das Zentralgerät oder in ein Erweiterungsgerät gesteckt wird, enthält der angegebene Wert die Laufzeit zur Peripheriebaugruppe			
***) Gemessen mit IM460–3 und IM461–3 bei einer Kopplungslänge von 100 m			

Tabelle 16- 5 Anteile der Prozessabbild–Transferzeit, CPU 417–4H

	Anteile n = Anzahl Bytes im Prozessabbild m= Anzahl Zugriffe im Prozessabbild *)	CPU 417–4H Einzelbetrieb	CPU 417–4H redundant
K	Grundlast	3 µs	4 µs
A **)	Im Zentralgerät Byte/Wort/Doppelwort lesen/schreiben	m * 7,3 µs	m * 15,7 µs
B **)	Im Erweiterungsgerät mit Nahkopplung Byte/Wort/Doppelwort lesen/schreiben	m * 20 µs	m * 26 µs
C **)***)	Im Erweiterungsgerät mit Fernkopplung Byte/Wort/Doppelwort lesen/schreiben	m * 45 µs	m * 50 µs
D	Im DP–Bereich für die integrierte DP–Schnittstelle Byte/Wort/Doppelwort lesen/schreiben	m * 1,2 µs	m * 13 µs
D	Im DP–Bereich für die externe DP–Schnittstelle Byte/Wort/Doppelwort lesen/schreiben	m * 5 µs	m * 15 µs
E1	Konsistente Daten im Prozessabbild für die integrierte DP–Schnittstelle Daten lesen/schreiben	n * 0,25 µs	n * 2,5 µs
E2	Konsistente Daten im Prozessabbild für die externe DP–Schnittstelle (CP 443–5 extended) Daten lesen/schreiben	n * 2,25 µs	n * 3,4 µs
*) Die Daten einer Baugruppe werden mit der minimalen Anzahl von Zugriffen aktualisiert. (Bsp.: Bei 8 Bytes gibt es 2 Doppelwortzugriffe, bei 16 Bytes 4 Doppelwortzugriffe.)			
**) Bei Peripherie, die in das Zentralgerät oder in ein Erweiterungsgerät gesteckt wird, enthält der angegebene Wert die Laufzeit zur Peripheriebaugruppe			
***) Gemessen mit IM460–3 und IM461–3 bei einer Kopplungslänge von 100 m			

Verlängerung der Zykluszeit

Bei den CPUs der S7-400H müssen Sie zusätzlich die berechnete Zykluszeit mit einem CPU–spezifischen Faktor multiplizieren. Diese Faktoren sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt:

Tabelle 16- 6 Verlängerung der Zykluszeit

Anlauf	412–3H Einzel-betrieb	412–3H redundant	414–4H Einzel-betrieb	414–4H redundant	417–4H Einzel-betrieb	417–4H redundant
Faktor	1,04	1,2	1,05	1,2	1,05	1,2

Bei langen Synchronisationsleitungen kann sich die Zykluszeit weiter verlängern. Diese Verlängerung kann bis zu 10% pro Kilometer Leitungslänge betragen.

Betriebssystembearbeitungszeit im Zykluskontrollpunkt

Nachfolgende Tabelle enthält die Betriebssystembearbeitungszeiten im Zykluskontrollpunkt der CPUs.

Tabelle 16- 7 Betriebssystembearbeitungszeit im Zykluskontrollpunkt

Ablauf	412-3H Einzelbetrieb	412-3H redundant	414-4H Einzelbetrieb	414-4H redundant	417-4H Einzel- betrieb	417-4H redundant
Zyklussteuerung im ZKP	271-784 µs ∅ 284 µs	679-1890 µs ∅ 790 µs	198-553 µs ∅ 204 µs	548-1417 µs ∅ 609 µs	83 - 315 µs ∅ 85 µs	253 - 679 µs ∅ 270 µs

Zyklusverlängerung durch Einschachtelung von Alarmen

Tabelle 16- 8 Zyklusverlängerung durch Einschachtelung von Alarmen

CPU	Prozess–alarm	Diagnose–alarm	Uhrzeit–alarm	Verzögerungs–alarm	Weck–alarm	Programmier– /Peripherie–zugriffsfehler	Asyn–chron–fehler
CPU 412-3 H Einzelbetrieb	481 µs	488 µs	526 µs	312 µs	333 µs	142 µs / 134 µs	301 µs
CPU 412-3 H redundant	997 µs	843 µs	834 µs	680 µs	674 µs	427 µs / 179 µs	832 µs
CPU 414–4 H Einzelbetrieb	315 µs	326 µs	329 µs	193 µs	189 µs	89 µs / 85 µs	176 µs
CPU 414–4 H redundant	637 µs	539 µs	588 µs	433 µs	428 µs	272 µs / 114 µs	252 µs
CPU 417–4 H Einzelbetrieb	160 µs	184 µs	101 µs	82 µs	120 µs	36 µs / 35 µs	90 µs
CPU 417–4 H redundant	348 µs	317 µs	278 µs	270 µs	218 µs	121 µs / 49 µs	115 µs

Zu dieser Verlängerung müssen Sie die Programmlaufzeit in der Alarmebene addieren.

Werden mehrere Alarme eingeschachtelt, dann addieren sich die entsprechenden Zeiten.

16.3 Unterschiedliche Zykluszeiten

Die Zykluszeit (T_{zyk}) ist nicht für jeden Zyklus gleich lang. Das folgende Bild zeigt unterschiedliche Zykluszeiten T_{zyk1} und T_{zyk2} . T_{zyk2} ist größer als T_{zyk1} , weil der zyklisch bearbeitete OB 1 durch einen Uhrzeitalarm–OB (hier: OB 10) unterbrochen wird.

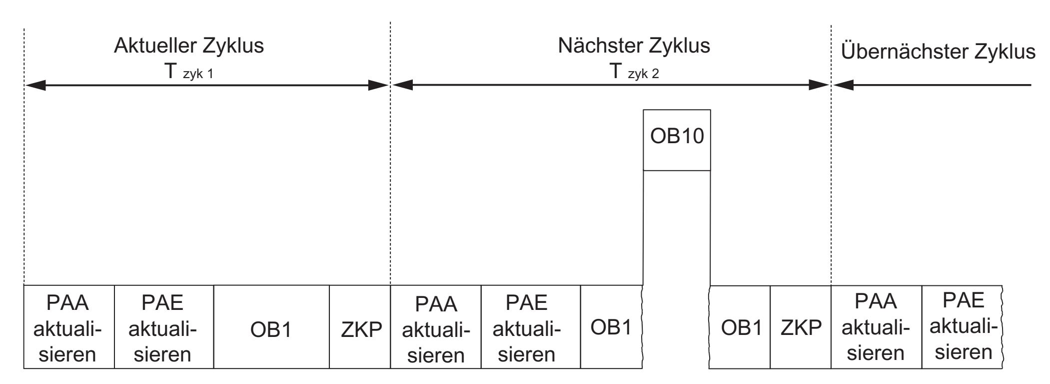


Bild 16-2 Unterschiedliche Zykluszeiten

Ein weiterer Grund für unterschiedlich lange Zykluszeiten ist auch die Tatsache, dass die Bearbeitungszeit von Bausteinen (z.B. OB 1) variieren kann wegen:

- bedingter Befehle,
- bedingter Bausteinaufrufe,
- unterschiedlicher Programmpfade,
- Schleifen etc.

Maximalzykluszeit

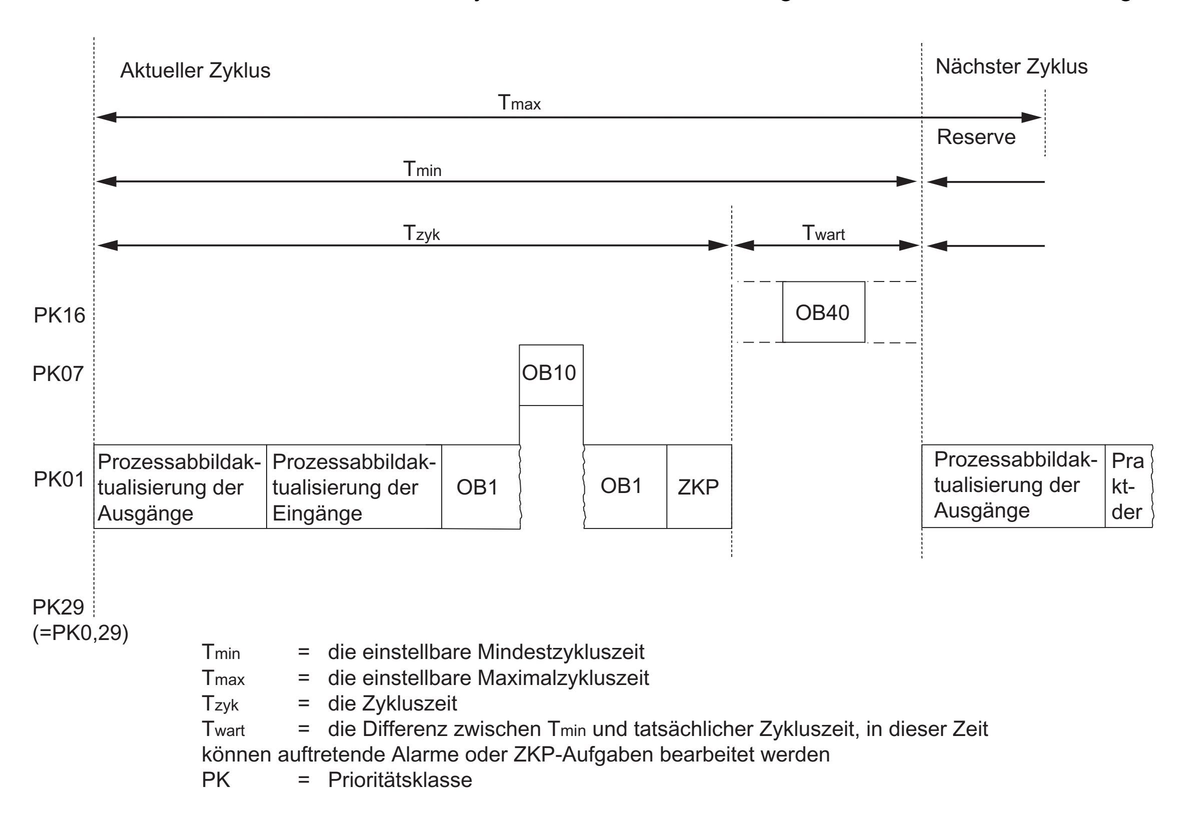
Sie können mit STEP 7 die voreingestellte Maximalzykluszeit (Zyklusüberwachungszeit) ändern. Ist diese Zeit abgelaufen, wird der OB 80 aufgerufen, in dem Sie festlegen können, wie die CPU auf den Zeitfehler reagieren soll. Wenn Sie die Zykluszeit nicht mit der SFC 43 nachtriggern verdoppelt der OB 80 beim ersten Aufruf die Zykluszeit. In diesem Fall geht beim zweiten Aufruf des OB 80 die CPU in STOP.

Wenn im Speicher der CPU kein OB 80 vorhanden ist, geht die CPU in STOP.

Mindestzykluszeit

Für eine CPU können Sie mit STEP 7 eine Mindestzykluszeit einstellen. Dies ist sinnvoll, wenn

- die Zeitabstände zwischen den Starts der Programmbearbeitung des OB1 (Freier Zyklus) etwa gleich lang sein sollen oder
- bei zu kurzer Zykluszeit die Aktualisierung der Prozessabbilder unnötig oft erfolgen würde



T_{min} = die einstellbare Mindestzykluszeit
T_{max} = die einstellbare Maximalzykluszeit
T_{zyk} = die Zykluszeit
T_{wart} = die Differenz zwischen T_{min} und tatsächlicher Zykluszeit, in dieser Zeit können auftretende Alarme oder ZKP-Aufgaben bearbeitet werden
PK = Prioritätsklasse

Bild 16-3 Mindestzykluszeit

Die tatsächliche Zykluszeit ist die Summe aus T_{zyk} und T_{wart}. Sie ist damit immer größer oder gleich T_{min}.

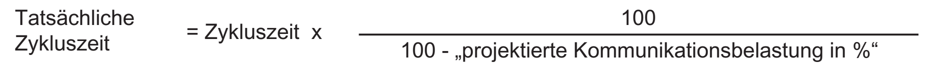
16.4 Kommunikationslast

Das Betriebssystem der CPU stellt laufend der Kommunikation den von Ihnen projektierten Prozentsatz der gesamten CPU–Verarbeitungsleistung zur Verfügung (Zeitscheiben–Technik). Wird diese Verarbeitungsleistung für die Kommunikation nicht benötigt, steht sie der übrigen Verarbeitung zur Verfügung.

In der Hardwarekonfiguration können Sie die Belastung durch die Kommunikation zwischen 5 % und 50 % einstellen. Voreingestellt ist der Wert 20 %.

Dieser Prozentsatz ist als Mittelwert zu sehen, d.h. in einer Zeitscheibe kann der Kommunikationsanteil wesentlich größer als 20 % sein. Dafür beträgt der Kommunikationsanteil in der nächsten Zeitscheibe nur wenige oder 0 %.

Den Einfluss der Kommunikationslast auf die Zykluszeit drückt folgende Formel aus:



Ergebnis auf nächste ganze Zahl aufrunden!

Bild 16-4 Formel: Einfluss der Kommunikationslast

Datenkonsistenz

Das Anwenderprogramm wird zur Kommunikationsbearbeitung unterbrochen. Die Unterbrechung kann nach jedem Befehl erfolgen. Diese Kommunikationsaufträge können die Anwenderdaten verändern. Dadurch kann die Datenkonsistenz nicht über mehrere Zugriffe gewährleistet werden.
Wie Sie eine Konsistenz gewährleisten können, die mehr als nur einen Befehl umfasst, erfahren Sie im Kapitel Konsistente Daten.

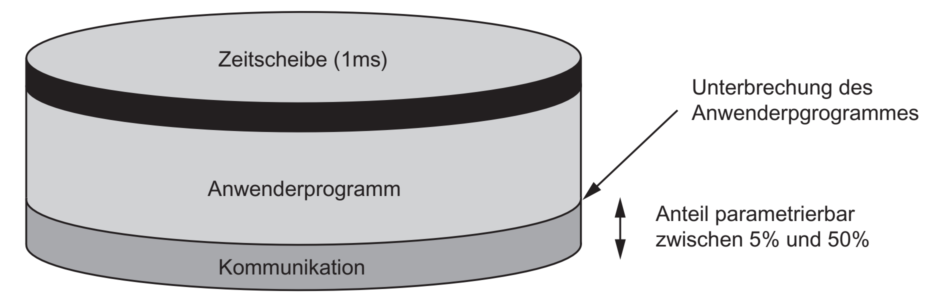


Bild 16-5 Aufteilung einer Zeitscheibe

Vom verbleibenden Anteil benötigt das Betriebssystem für interne Aufgaben einen Anteil. Dieser Anteil ist im Faktor berücksichtigt, der in den Tabellen ab 16-3 angegeben ist.

Beispiel: 20 % Kommunikationslast

Im der Hardwarekonfiguration haben sie eine Kommunikationsbelastung von 20 % projektiert.

Die errechnete Zykluszeit beträgt 10 ms.

20 % Kommunikationslast bedeuten damit, dass durchschnittlich von jeder Zeitscheibe 200 µs für Kommunikation und 800 µs für das Anwenderprogramm verbleiben. Die CPU benötigt daher 10 ms / 800 µs = 13 Zeitscheiben, um einen Zyklus abzuarbeiten. Damit beträgt die tatsächliche Zykluszeit 13 mal 1 ms–Zeitscheibe = 13 ms, wenn die CPU die projektierte Kommunikationsbelastung voll ausnutzt.

Das heißt 20 % Kommunikation verlängert den Zyklus nicht linear um 2 ms sondern um 3 ms.

Beispiel: 50 % Kommunikationslast

Im der Hardwarekonfiguration haben sie eine Kommunikationsbelastung von 50 % projektiert.

Die errechnete Zykluszeit beträgt 10 ms.

Das bedeutet, dass von jeder Zeitscheibe 500 µs für den Zyklus verbleiben. Die CPU benötigt daher 10 ms / 500 µs = 20 Zeitscheiben, um einen Zyklus abzuarbeiten. Damit beträgt die tatsächliche Zykluszeit 20 ms, wenn die CPU die projektierte Kommunikationsbelastung voll ausnutzt.

50 % Kommunikationslast bedeuten damit, dass von jeder Zeitscheibe 500 µs für Kommunikation und 500 µs für das Anwenderprogramm verbleiben. Die CPU benötigt daher 10 ms / 500 µs = 20 Zeitscheiben, um einen Zyklus abzuarbeiten. Damit beträgt die tatsächliche Zykluszeit 20 mal 1 ms–Zeitscheibe = 20 ms, wenn die CPU die projektierte Kommunikationsbelastung voll ausnutzt.

Das heißt 50 % Kommunikation verlängert den Zyklus nicht linear um 5 ms sondern um 10 ms (=Verdopplung der errechneten Zykluszeit).

Abhängigkeit der tatsächlichen Zykluszeit von der Kommunikationslast

Das folgende Bild beschreibt die nicht lineare Abhängigkeit der tatsächlichen Zykluszeit von der Kommunikationslast. Als Beispiel haben wir eine Zykluszeit von 10 ms gewählt.

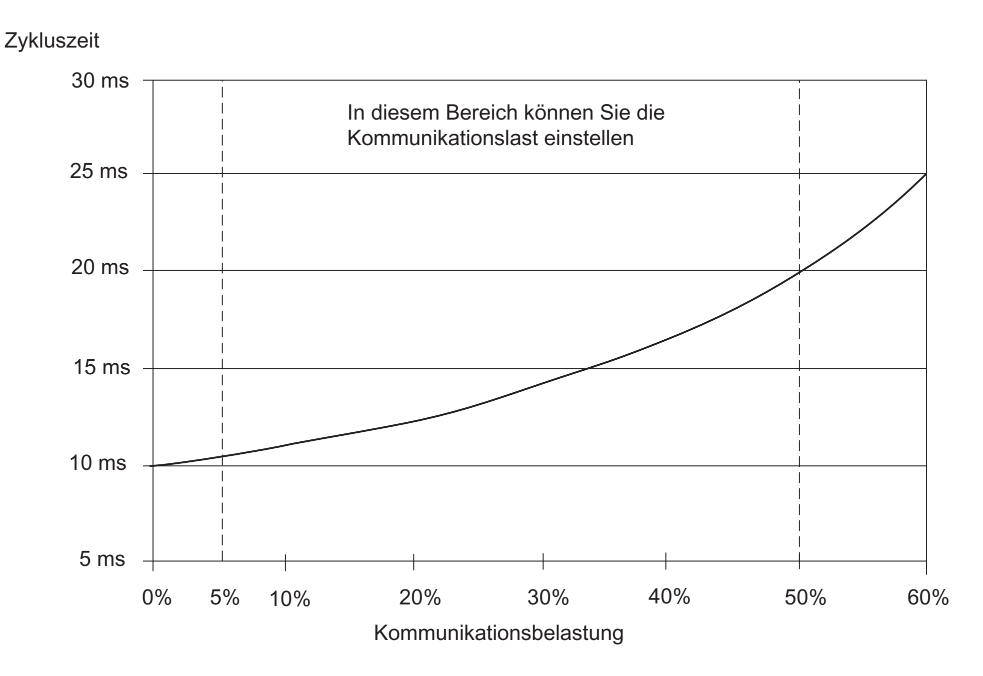


Bild 16-6 Abhängigkeit der Zykluszeit von der Kommunikationslast

Weitere Auswirkung auf die tatsächliche Zykluszeit

Durch die Verlängerung der Zykluszeit durch den Kommunikationsanteil treten statistisch gesehen auch mehr asynchrone Ereignisse innerhalb eines OB 1–Zyklus wie zum Beispiel Alarme auf. Dies verlängert den OB 1–Zyklus zusätzlich. Diese Verlängerung ist abhängig davon, wie viele Ereignisse pro OB 1–Zyklus auftreten und wie lange die Ereignisbearbeitung dauert.

Hinweise

- Überprüfen Sie die Auswirkungen einer Wertänderung des Parameters "Zyklusbelastung durch Kommunikation" im Anlagenbetrieb.
- Die Kommunikationslast muss beim Einstellen der maximalen Zykluszeit berücksichtigt werden, da es sonst zu Zeitfehlern kommt.

Empfehlungen

- Übernehmen Sie nach Möglichkeit den voreingestellten Wert.
- Vergrößern Sie den Wert nur dann, wenn die CPU hauptsächlich zu Kommunikationszwecken eingesetzt wird und das Anwenderprogramm zeitunkritisch ist! In allen anderen Fällen den Wert nur verringern!

16.5 Reaktionszeit

Definition Reaktionszeit

Die Reaktionszeit ist die Zeit vom Erkennen eines Eingangssignals bis zur Änderung eines damit verknüpften Ausgangssignals.

Schwankungsbreite

Die tatsächliche Reaktionszeit liegt zwischen einer kürzesten und einer längsten Reaktionszeit. Zur Projektierung Ihrer Anlage müssen Sie immer mit der längsten Reaktionszeit rechnen.

Im folgenden werden kürzeste und längste Reaktionszeit betrachtet, damit Sie sich ein Bild von der Schwankungsbreite der Reaktionszeit machen können.

Faktoren

Die Reaktionszeit hängt von der Zykluszeit und von folgenden Faktoren ab:

- Verzögerung der Eingänge und Ausgänge
- Zusätzliche DP–Zykluszeiten im PROFIBUS–DP–Netz
- Bearbeitung im Anwenderprogramm

Verzögerung der Ein–/Ausgänge

Sie müssen je nach Baugruppe folgende Verzögerungszeiten beachten:

- für Digitaleingänge: die Eingangsverzögerungszeit
- für alarmfähige Digitaleingänge: die Eingangsverzögerungszeit + baugruppeninterne Aufbereitungszeit
- für Digitalausgänge: vernachlässigbare Verzögerungszeiten
- für Relaisausgänge: typische Verzögerungszeiten von 10 ms bis 20 ms.
  Die Verzögerung der Relaisausgänge ist u. a. abhängig von der Temperatur und der Spannung.
- für Analogeingänge: Zykluszeit der Analogeingabe
- für Analogausgänge: Antwortzeit der Analogausgabe

Die Verzögerungszeiten finden Sie in den technischen Daten der Signalbaugruppen.

DP-Zykluszeiten im PROFIBUS DP–Netz

Wenn Sie Ihr PROFIBUS–DP–Netz mit **STEP 7** konfiguriert haben, berechnet **STEP 7** die zu erwartende typische DP–Zykluszeit. Sie können sich dann die DP–Zykluszeit Ihrer Konfiguration am PG bei den Busparametern anzeigen lassen.

Einen Überblick über die DP–Zykluszeit erhalten Sie in nachfolgendem Bild. Wir nehmen in diesem Beispiel an, dass jeder DP–Slave im Durchschnitt 4 Byte Daten hat.

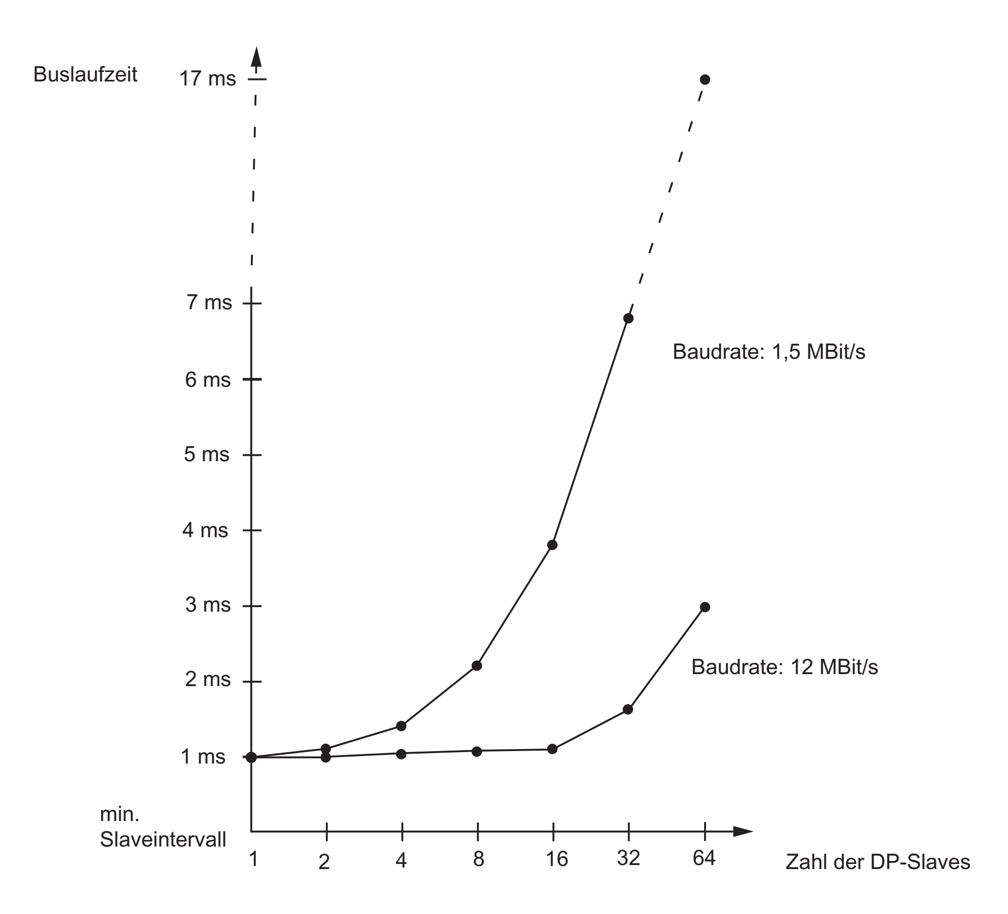


Bild 16-7 DP–Zykluszeiten im PROFIBUS DP–Netz

Wenn Sie ein PROFIBUS–DP–Netz mit mehreren Mastern betreiben, dann müssen Sie die DP–Zykluszeit für jeden Master berücksichtigen. D. h., die Rechnung für jeden Master getrennt erstellen und addieren.

Kürzeste Reaktionszeit

Nachfolgendes Bild zeigt Ihnen, unter welchen Bedingungen die kürzeste Reaktionszeit erreicht wird.

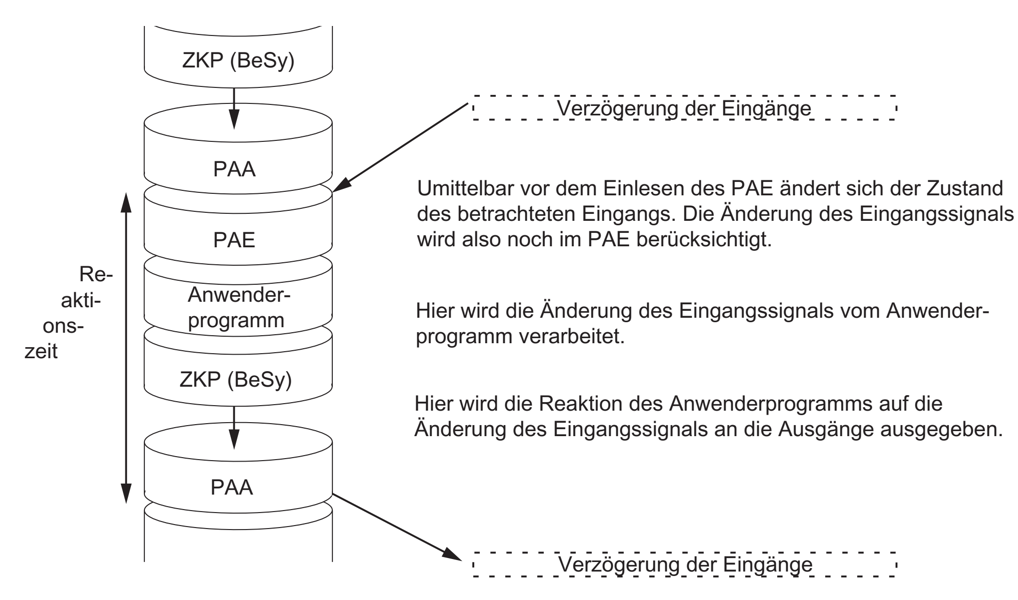


Bild 16-8 Kürzeste Reaktionszeit

Berechnung

Die (kürzeste) Reaktionszeit setzt sich wie folgt zusammen:

- 1 x Prozessabbild–Transferzeit der Eingänge +
- 1 x Prozessabbild–Transferzeit der Ausgänge +
- 1 x Programmbearbeitungszeit +
- 1 x Betriebssystembearbeitungszeit im ZKP +
- Verzögerung der Eingänge und Ausgänge

Dies entspricht der Summe aus Zykluszeit und Verzögerung der Eingänge und Ausgänge.

Hinweis

Wenn sich CPU und Signalbaugruppe nicht im Zentralgerät befinden müssen Sie noch die doppelte Laufzeit des DP–Slavetelegramms (inklusive Bearbeitung im DP–Master) addieren.

Längste Reaktionszeit

Nachfolgendes Bild zeigt Ihnen, wodurch die längste Reaktionszeit zustande kommt.

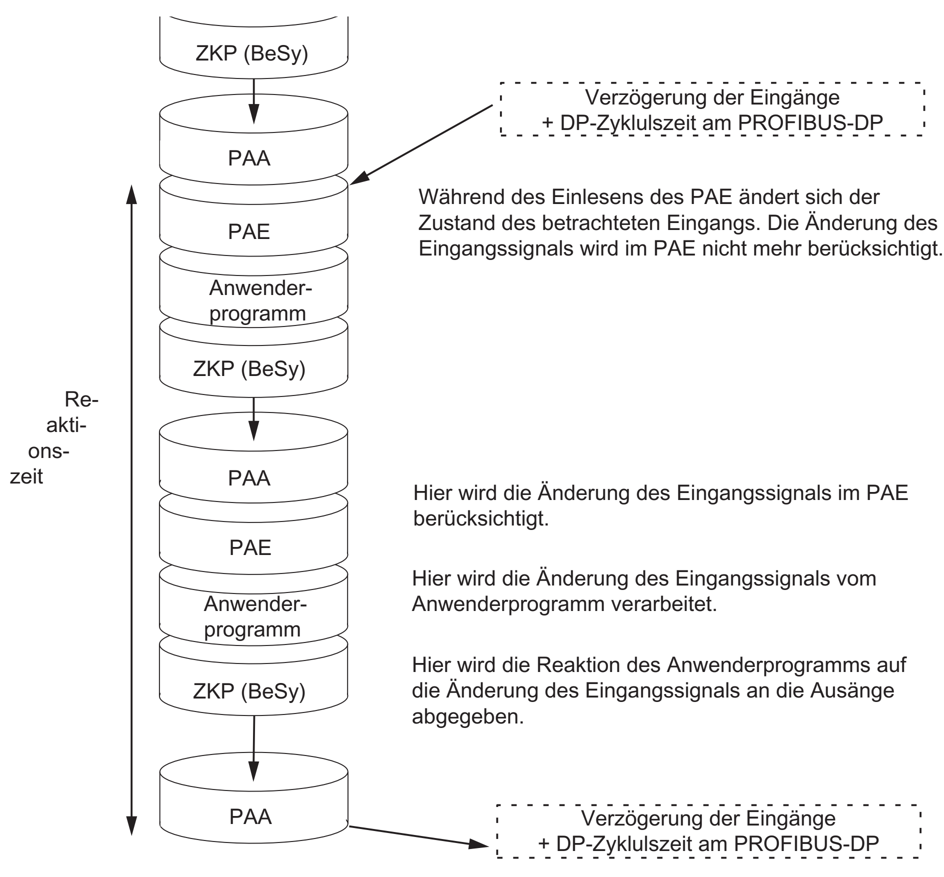


Bild 16-9 Längste Reaktionszeit

Berechnung

Die (längste) Reaktionszeit setzt sich wie folgt zusammen:

- 2 x Prozessabbild–Transferzeit der Eingänge +
- 2 x Prozessabbild–Transferzeit der Ausgänge +
- 2 x Betriebssystembearbeitungszeit +
- 2 x Programmbearbeitungszeit +
- 2 x Laufzeit des DP–Slavetelegramms (inkl. Bearbeitung im DP–Master) +
- Verzögerung der Eingänge und Ausgänge

Dies entspricht der Summe aus doppelter Zykluszeit und Verzögerung der Eingänge und Ausgänge zuzüglich der doppelten DP–Zykluszeit.

Peripheriedirektzugriffe

Sie erreichen schnellere Reaktionszeiten durch Direktzugriffe auf die Peripherie im Anwenderprogramm. Z. B. mit

- L PEB oder
- T PAW.

können Sie die Reaktionszeiten wie oben beschrieben teilweise umgehen.

Verkürzung der Reaktionszeit

Dadurch verkürzt sich die maximale Reaktionszeit auf

- Verzögerung der Eingänge und Ausgänge
- Laufzeit des Anwenderprogramm (kann durch höherpriore Alarmbearbeitung unterbrochen werden)
- Laufzeit der Direktzugriffe
- 2x Buslaufzeit von DP

Nachfolgende Tabelle listet die Ausführungszeiten der Direktzugriffe der CPUs auf Peripheriebaugruppen auf. Die angegebenen Zeiten sind "Idealwerte".

Tabelle 16- 9 Direktzugriffe der CPUs auf Peripheriebaugruppen

Zugriffsart	412-3H Einzelbetrieb	412-3H redundant	414-4H Einzelbetrieb	414-4H redundant	417-4H Einzelbetrieb	417-4H redundant
Byte lesen	3,5 µs	30,5 µs	3,0 µs	21,0 µs	2,2 µs	11,2 µs
Wort lesen	5,2 µs	33,0 µs	4,5 µs	22,0 µs	3,9 µs	11,7 µs
Doppelwort lesen	8,2 µs	33,0 µs	7,6 µs	23,5 µs	7,0 µs	14,7 µs
Byte schreiben	3,5 µs	31,1 µs	2,8 µs	21,5 µs	2,3 µs	11,3 µs
Wort schreiben	5,2 µs	33,5 µs	4,5 µs	22,5 µs	3,9 µs	11,8 µs
Doppelwort schreiben	8,5 µs	33,5 µs	7,8 µs	24,0 µs	7,1 µs	15,0 µs

Tabelle 16- 10 Direktzugriffe der CPUs auf Peripheriebaugruppen im Erweiterungsgerät mit Nahkopplung

Zugriffsart	412-3H Einzelbetrieb	412-3H redundant	414–4H Einzelbetrieb	414–4H redundant	417–4H Einzelbetrieb	417–4H redundant
Byte lesen	6,9 µs	32,6 µs	6,3 µs	22,5 µs	5,7 µs	13,4 µs
Wort lesen	12,1 µs	36,5 µs	11,5 µs	27,5 µs	10,8 µs	18,6 µs
Doppelwort lesen	22,2 µs	46,5 µs	21,5 µs	37,5 µs	20,9 µs	28,7 µs
Byte schreiben	6,6 µs	31,6 µs	5,9 µs	22,5 µs	5,5 µs	13,4 µs
Wort schreiben	11,7 µs	36,7 µs	11,0 µs	27,5 µs	10,4 µs	18,3 µs
Doppelwort schreiben	21,5 µs	46,4 µs	20,8 µs	37,0 µs	20,2 µs	28,0 µs

Tabelle 16- 11 Direktzugriffe der CPUs auf Peripheriebaugruppen im Erweiterungsgerät mit Fernkopplung

Zugriffsart	412-3H Einzelbetrieb	412-3H redundant	414–4H Einzelbetrieb	414–4H redundant	417–4H Einzelbetrieb	417–4H redundant
Byte lesen	11,5 µs	35,0 µs	11,5 µs	26,0 µs	11,3 µs	17,0 µs
Wort lesen	23,0 µs	47,0 µs	23,0 µs	37,5 µs	22,8 µs	28,6 µs
Doppelwort lesen	46,0 µs	70,0 µs	46,0 µs	60,5 µs	45,9 µs	51,7 µs
Byte schreiben	11,0 µs	35,0 µs	11,0 µs	26,0 µs	10,8 µs	16,8 µs
Wort schreiben	22,0 µs	46,0 µs	22,0 µs	37,0 µs	21,9 µs	27,8 µs
Doppelwort schreiben	44,5 µs	68,5 µs	44,5 µs	59,0 µs	44,0 µs	50,0 ms

Die angegebenen Zeiten sind reine CPU–Bearbeitungszeiten und gelten, soweit nicht anders angegeben, für Signalbaugruppen im Zentralgerät.

Hinweis

Sie können schnelle Reaktionzeiten auch durch Verwendung von Prozessalarmen erreichen, siehe Kapitel Alarmreaktionszeit (Seite 292).

16.6 Berechnung von Zyklus– und Reaktionszeiten

Zykluszeit

1. Bestimmen Sie mit Hilfe der Operationsliste die Laufzeit des Anwenderprogrammes.
2. Berechnen und addieren Sie die Transferzeit für das Prozessabbild. Richtwerte dazu finden Sie in den Tabellen ab 16-3.
3. Addieren Sie dazu die Bearbeitungszeit im Zykluskontrollpunkt. Richtwerte dazu finden Sie in Tabelle 16–8.
4. Multiplizieren Sie den errechneten Wert mit dem Faktor aus Tabelle 16–7.

Als Ergebnis erhalten Sie nun die **Zykluszeit.**

Verlängerung der Zykluszeit durch Kommunikation und Alarme

1. Multiplizieren Sie das Ergebnis mit folgendem Faktor:

   100 / (100 – "projektierte Kommunikationsbelastung in %")
2. Berechnen Sie mit Hilfe der Operationsliste die Laufzeit der alarmverarbeitenden Programmteile. Dazu addieren Sie den entsprechenden Wert aus Tabelle 16-9. Multiplizieren Sie diesen Wert mit dem Faktor aus Schritt 4.
   Addieren Sie diesen Wert so oft zur theoretische Zykluszeit, wie oft der Alarm während der Zykluszeit ausgelöst wird/voraussichtlich ausgelöst wird.

Als Ergebnis erhalten Sie angenähert die **tatsächliche Zykluszeit**. Notieren Sie sich das Ergebnis.

Tabelle 16- 12 Berechnungsbeispiel Reaktionszeit

Kürzeste Reaktionszeit	Längste Reaktionszeit
3. Rechnen Sie nun die Verzögerungen der Aus– und Eingänge und ggf. die DP–Zykluszeiten im PROFIBUS DP–Netz mit ein.	3. Multiplizieren Sie die tatsächliche Zykluszeit mit dem Faktor 2.
	4. Rechnen Sie nun die Verzögerungen der Aus– und Eingänge und die DP–Zykluszeiten im PROFIBUS DP–Netz mit ein.
4. Als Ergebnis erhalten Sie die **kürzeste Reaktionszeit.**	5. Als Ergebnis erhalten Sie die **längste Reaktionszeit.**

16.7 Berechnungsbeispiele für die Zyklus– und Reaktionszeit

Beispiel I

Sie haben eine S7–400 mit folgenden Baugruppen im Zentralgerät aufgebaut:

- eine CPU 414–4H im redundanten Betrieb
- 2 Digitaleingabebaugruppen SM 421; DI 32×DC 24 V (je 4 Byte im PA)
- 2 Digitalausgabebaugruppen SM 422; DO 32×DC 24 V/0,5A (je 4 Byte im PA)

Anwenderprogramm

Ihr Anwenderprogramm hat laut Operationsliste eine Laufzeit von 15 ms.

Berechnung der Zykluszeit

Für das Beispiel ergibt sich die Zykluszeit aus folgenden Zeiten:

- Da der CPU–spezifische Faktor 1,2 ist, ist die Anwenderprogrammbearbeitungszeit:
  ca. 18,0 ms
- Prozessabbild–Transferzeit (4 Doppelwort-Zugriffe)

  Prozessabbild: 9 μs + 4 ×25,7 μs = ca. 0,112 ms
- Betriebssystembearbeitungszeit im Zykluskontrollpunkt:
  ca. 0,609 ms

Die Zykluszeit ergibt sich aus der Summe der aufgeführten Zeiten:

Zykluszeit = 18,0 ms + 0,112 ms + 0,609 ms **= 18,721 ms.**

Berechnung der tatsächlichen Zykluszeit

- Berücksichtigung Kommunikationslast (Defaultwert: 20%):
  18,721 ms * 100 / (100–20) **= 23,401 ms.**
- Es findet keine Alarmbearbeitung statt.

Die tatsächliche Zykluszeit beträgt damit aufgerundet **23,5 ms.**

Berechnung der längsten Reaktionszeit

- Längste Reaktionszeit
  23,5 ms * 2 **= 47,0 ms.**
- Die Verzögerung der Ein– und Ausgänge ist vernachlässigbar.
- Alle Komponenten stecken im Zentralgerät, daher müssen keine DP-Zykluszeiten berücksichtigt werden.
- Es findet keine Alarmbearbeitung statt.

Die längste Reaktionszeit beträgt damit aufgerundet **= 47 ms.**

Beispiel II

Sie haben eine S7–400 mit folgenden Baugruppen aufgebaut:

- eine CPU 414–4H im redundanten Betrieb
- 4 Digitaleingabebaugruppen SM 421; DI 32×DC 24 V (je 4 Byte im PA)
- 3 Digitalausgabebaugruppen SM 422; DO 16×DC 24 V/2A (je 2 Byte im PA)
- 2 Analogeingabebaugruppen SM 431; AI 8×13Bit (nicht im PA)
- 2 Analogausgabebaugruppen SM 432; AO 8×13Bit (nicht im PA)

Parameter der CPU

Die CPU wurde wie folgt parametriert:

- Zyklusbelastung durch Kommunikation: 40 %

Anwenderprogramm

Das Anwenderprogramm hat laut Operationsliste eine Laufzeit von 10,0 ms.

Berechnung der Zykluszeit

Für das Beispiel ergibt sich die theoretische Zykluszeit aus folgenden Zeiten:

- Da der CPU–spezifische Faktor 1,2 ist, ist die Anwenderprogrammbearbeitungszeit:
  ca. 12,0 ms
- Prozessabbild–Transferzeit (4 Doppelwort-Zugriffe und 3 Wort-Zugriffe)

  Prozessabbild: 9 µs + 7 ×25,7 µs = ca. 0,189 ms
- Betriebssystemlaufzeit im Zykluskontrollpunkt:
  ca. 0,609 ms

Die Zykluszeit ergibt sich aus der Summe der aufgeführten Zeiten:

Zykluszeit = 12,0 ms + 0,189 ms + 0,609 ms **= 12,789 ms.**

Berechnung der tatsächlichen Zykluszeit

- Berücksichtigung Kommunikationslast:
  12,789 ms * 100 / (100–40) **= 21,33 ms.**
- Alle 100 ms wird ein Uhrzeitalarm mit einer Laufzeit von 0,5 ms ausgelöst.
  Der Alarm kann während eines Zyklus maximal einmal ausgelöst werden:
  0,5 ms + 0,588 ms (aus Tabelle 16-9) **= 1,088 ms.**
  Berücksichtigung der Kommunikationslast:
  1,088 ms * 100 / (100–40) **= 1,813 ms.**
- 21,33 ms + 1,813 ms **= 23,143 ms.**

Die tatsächliche Zykluszeit beträgt damit unter Berücksichtigung der Zeitscheiben aufgerundet **23,2 ms.**

Berechnung der längsten Reaktionszeit

- Längste Reaktionszeit
  23,2 ms * 2 = 46,4 ms.
- Verzögerungszeiten der Ein– und Ausgänge
  - die Digitaleingabebaugruppe SM 421; DI 32×DC 24 V hat eine Eingangsverzögerung von maximal 4,8 ms je Kanal
  - die Digitalausgabebaugruppe SM 422; DO 16×DC 24 V/2A hat eine vernachlässigbare Ausgangsverzögerung.
  - die Analogeingabebaugruppe SM 431; AI 8×13Bit wurde parametriert für eine Störfrequenzunterdrückung von 50 Hz. Damit ergibt sich eine Wandlungszeit von 25 ms je Kanal. Da 8 Kanäle aktiv sind, ergibt sich eine Zykluszeit der Analogeingabebaugruppe von 200 ms.
  - Die Analogausgabebaugruppe SM 432; AO 8×13Bit wurde parametriert für den Messbereich 0 ...10V. Damit ergibt sich eine Wandlungszeit von 0,3 ms pro Kanal. Da 8 Kanäle aktiv sind, ergibt sich eine Zykluszeit von 2,4 ms. Dazu muß noch addiert werden die Einschwingzeit für eine ohmsche Last, die 0,1 ms beträgt. Damit ergibt sich für einen Analogausgang eine Antwortzeit von 2,5 ms.
- Alle Komponenten stecken im Zentralgerät, daher müssen keine DP–Zykluszeiten berücksichtigt werden.
- Fall 1: Mit dem Einlesen eines Digitaleingabesignals wird ein Ausgabekanal der Digitalausgabebaugruppe gesetzt. Damit ergibt sich eine Reaktionszeit von:

  Reaktionszeit = 46,4 ms + 4,8 ms = 51,2 ms.
- Fall 2: Ein Analogwert wird eingelesen und ein Analogwert ausgegeben. Damit ergibt sich eine Reaktionszeit von:

  Reaktionszeit = 46,4 ms + 200 ms + 2,5 ms = 248,9 ms.

16.8 Alarmreaktionszeit

Definition Alarmreaktionszeit

Die Alarmreaktionszeit ist die Zeit vom ersten Auftreten eines Alarmsignals bis zum Aufruf der ersten Anweisung im Alarm–OB.

Generell gilt: Höherpriore Alarme haben Vorrang. Das heißt, die Alarmreaktionszeit verlängert sich um die Programmbearbeitungszeit der höherprioren und der noch nicht bearbeiteten gleichprioren vorher aufgetretenen Alarm–OBs (Warteschlange).

Berechnung der Alarmreaktionszeit

minimale Alarmreaktionszeit der CPU
\+ minimale Alarmreaktionszeit der Signalbaugruppen
\+ DP–Zykluszeit am PROFIBUS–DP

= Kürzeste Alarmreaktionszeit

maximale Alarmreaktionszeit der CPU
\+ maximale Alarmreaktionszeit der Signalbaugruppen
\+ 2 * DP–Zykluszeit am PROFIBUS–DP

= Längste Alarmreaktionszeit

Prozessalarm– und Diagnosealarmreaktionszeiten der CPUs

Tabelle 16- 13 Prozess- und Alarmreaktionszeiten; maximale Alarmreaktionszeit ohne Kommunikation

CPU	Prozessalarmreaktionszeiten		Diagnosealarmreaktionszeiten	
	min.	max.	min.	max.
412-3H Einzelbetrieb	366 µs	572 µs	354 µs	563 µs
412-3H redundant	370 µs	1143 µs	620 µs	982 µs
414-4H Einzelbetrieb	231 µs	361 µs	225 µs	356 µs
414-4H redundant	464 µs	726 µs	366 µs	592 µs
417-4H Einzelbetrieb	106 µs	158 µs	104 µs	167 µs
417-4H redundant	234 µs	336 µs	185 µs	294 µs

Verlängerung der maximalen Alarmreaktionszeit durch Kommunikation

Die maximale Alarmreaktionszeit verlängert sich, wenn Kommunikationsfunktionen aktiv sind. Die Verlängerung berechnet sich gemäß folgender Formel:

CPU 41x–4H t_v = 100 µs + 1000 µs × n%, deutliche Verlängerung möglich

mit n = Zyklusbelastung durch Kommunikation

Signalbaugruppen

Die Prozessalarmreaktionszeit der Signalbaugruppen setzt sich wie folgt zusammen:

- Digitaleingabebaugruppen

  Prozessalarmreaktionszeit = interne Alarmaufbereitungszeit + Eingangsverzögerung

  Die Zeiten finden Sie im Datenblatt der jeweiligen Digitaleingabebaugruppe.

- Analogeingabebaugruppen

  Prozessalarmreaktionszeit = interne Alarmaufbereitungszeit + Wandlungszeit

  Die interne Alarmaufbereitungszeit der Analogeingabebaugruppen ist vernachlässigbar. Die Wandlungszeiten entnehmen Sie dem Datenblatt der jeweiligen Analogeingabebaugruppe.

Die Diagnosealarmreaktionszeit der Signalbaugruppen ist die Zeit vom Erkennen eines Diagnoseereignisses durch die Signalbaugruppe bis zum Auslösen des Diagnosealarms durch die Signalbaugruppe. Diese Zeit ist vernachlässigbar gering.

Prozessalarmbearbeitung

Mit dem Aufruf des Prozessalarm–OB 4x erfolgt die Prozessalarmbearbeitung. Höherpriore Alarme unterbrechen die Prozessalarmbearbeitung, Direktzugriffe auf die Peripherie erfolgen zur Ausführungszeit der Anweisung. Nach Beendigung der Prozessalarmbearbeitung wird entweder die zyklische Programmbearbeitung fortgesetzt oder weitere gleichpriore bzw. niederpriore Alarm–OBs aufgerufen und bearbeitet.

16.9 Berechnungsbeispiel für die Alarmreaktionszeit

Teile der Alarmreaktionszeit

Zur Erinnerung: Die Prozessalarmreaktionszeit setzt sich zusammen aus:

- Prozessalarmreaktionszeit der CPU und
- Prozessalarmreaktionszeit der Signalbaugruppe.
- 2 × DP–Zykluszeit am PROFIBUS–DP

Beispiel: Sie haben eine CPU 417–4H und 4 Digitalbaugruppen im Zentralgerät aufgebaut. Eine Digitaleingabebaugruppe ist die SM 421; DI 16×UC 24/60 V; mit Prozess– und Diagnosealarm. In der Parametrierung der CPU und der SM haben Sie nur den Prozessalarm freigegeben. Sie verzichten auf zeitgesteuerte Bearbeitung, Diagnose und Fehlerbearbeitung. Für die Digitaleingabebaugruppe haben Sie eine Eingangsverzögerung von 0,5 ms parametriert. Es sind keine Tätigkeiten am Zykluskontrollpunkt erforderlich. Sie haben eine Zyklusbelastung durch Kommunikation von 20% eingestellt.

Berechnung

Für das Beispiel ergibt sich die Prozessalarmreaktionszeit aus folgenden Zeiten:

- Prozessalarmreaktionszeit der CPU 417–4H: ca. 0,6 ms (mittlerer Wert im redundanten Betrieb)
- Verlängerung durch Kommunikation gemäß der Beschreibung im Kapitel Alarmreaktionszeit (Seite 292):

100 µs + 1000 µs × 20% = 300 µs = 0,3 ms

- Prozessalarmreaktionszeit der SM 421; DI 16×UC 24/60 V:
  - interne Alarmaufbereitungszeit: 0,5 ms
  - Eingangsverzögerung: 0,5 ms
- Da die Signalbaugruppen im Zentralgerät stecken, ist die DP–Zykluszeit am PROFIBUS–DP nicht relevant.

Die Prozessalarmreaktionszeit ergibt sich aus der Summe der aufgeführten Zeiten:

Prozessalarmreaktionszeit = 0,6 ms +0,3 ms + 0,5 ms + 0,5 ms = ca. 1,9 ms.

Diese errechnete Prozessalarmreaktionszeit vergeht vom Anliegen eines Signals am Digitaleingang bis zur ersten Anweisung im OB 4x.

16.10 Reproduzierbarkeit von Verzögerungs– und Weckalarmen

Definition "Reproduzierbarkeit"

Verzögerungsalarm:

Die zeitliche Abweichung des Aufrufs der ersten Anweisung des Alarm-OBs zum programmierten Alarmzeitpunkt.

Weckalarm:

Die Schwankungsbreite des zeitlichen Abstands zwischen zwei aufeinanderfolgenden Aufrufen, gemessen zwischen den jeweils ersten Anweisungen des Alarm-OBs .

Reproduzierbarkeit

Nachfolgende Tabelle enthält die Reproduzierbarkeit von Verzögerungs- und Weckalarmen der CPUs.

Tabelle 16- 14 Reproduzierbarkeit von Verzögerungs- und Weckalarmen der CPUs

Baugruppe	Reproduzierbarkeit	
	Verzögerungsalarm	Weckalarm
CPU 412-3H Einzelbetrieb	-499 µs / +469 µs	-315 µs / +305 µs
CPU 412-3H redundant	-557 µs / +722 µs	-710 µs / +655 µs
CPU 414-4H Einzelbetrieb	-342 µs / +386 µs	-242 µs / +233 µs
CPU 414-4H redundant	-545 µs / +440 µs	-793 µs / +620 µs
CPU 417-4H Einzelbetrieb	-311 µs / +277 µs	-208 µs / +210 µs
CPU 417-4H redundant	-453 µs / +514 µs	-229 µs / +289 µs

Diese Zeiten gelten nur, wenn der Alarm zu diesem Zeitpunkt auch ausgeführt werden kann und nicht z. B. durch höherpriore Alarme oder noch nicht ausgeführte gleichpriore Alarme verzögert wird.

Technische Daten 17

17.1 Technische Daten der CPU 412–3H; (6ES7 412–3HJ14–0AB0)

CPU und Erzeugnisstand	
MLFB	6ES7 412–3HJ14–0AB0
• Firmware–Version	V 4.5
zugehöriges Programmierpaket	ab STEP7 V 5.3 SP2 mit HW–Update

Speicher	
Arbeitsspeicher	
• integriert	512 KByte für Code 256 KByte für Daten
Ladespeicher	
• integriert	256 KByte RAM
• erweiterbar FEPROM	mit Memory Card (FLASH) 1 MByte bis 64 MByte
• erweiterbar RAM	mit Memory Card (RAM) 256 KByte bis 64 MByte
Pufferung mit Batterie	ja, alle Daten

Bearbeitungszeiten	
Bearbeitungszeiten für	
• Bitoperationen	75 ns
• Wortoperationen	75 ns
• Festpunktarithmetik	75 ns
• Gleitpunktarithmetik	225 ns

Zeiten/Zähler und deren Remanenz	
S7–Zähler	2048
• Remanenz einstellbar	von Z 0 bis Z 2047
• voreingestellt	von Z 0 bis Z 7
• Zählbereich	0 bis 999
IEC–Counter	ja
• Art	SFB
S7–Zeiten	2048
• Remanenz einstellbar	von T 0 bis T 2047
• voreingestellt	keine Zeiten remanent
• Zeitbereich	10 ms bis 9990 s
IEC–Timer	ja
• Art	SFB

Datenbereiche und deren Remanenz	
remanenter Datenbereich gesamt (inkl. Merker; Zeiten; Zähler)	gesamter Arbeits– und Ladespeicher (mit Pufferbatterie)
Merker	8 KByte
• Remanenz einstellbar	von MB 0 bis MB 8191
• Remanenz voreingestellt	von MB 0 bis MB 15
Taktmerker	8 (1 Merkerbyte)
Datenbausteine	maximal 4095 (DB 0 reserviert) Nummernband 1 - 4095
• Größe	maximal 64 KByte
Lokaldaten (einstellbar)	maximal 16 KByte
• voreingestellt	8 KByte

Bausteine	
OBs	siehe Operationsliste
• Größe	maximal 64 KByte
Schachtelungstiefe	
• je Prioritätsklasse	24
• zusätzliche innerhalb eines Fehler–OBs	1
SDBs	maximal 512
FBs	maximal 2048 Nummernband 0 - 2047
• Größe	maximal 64 KByte
FCs	maximal 2048 Nummernband 0 - 2047
• Größe	maximal 64 KByte

Adressbereiche (Ein–/Ausgänge)	
Peripherieadressbereich gesamt	8 KByte/8 KByte
• davon dezentral	inkl. Diagnoseadressen, Adressen für Peripherieanschaltungen etc.
MPI/DP–Schnittstelle	2 KByte/2 KByte
Prozessabbild	8 KByte/8 KByte (einstellbar)
• voreingestellt	256 Byte/256 Byte
• Anzahl Teilprozessabbilder	maximal 15
• konsistente Daten	maximal 244 Byte
Zugriff auf konsistente Daten im Prozessabbild	ja
digitale Kanäle	maximal 65536/ maximal 65536
• davon zentral	maximal 65536/ maximal 65536

Adressbereiche (Ein–/Ausgänge)	
analoge Kanäle	maximal 4096/ maximal 4096
• davon zentral	maximal 4096/ maximal 4096

Ausbau	
Zentralgeräte/Erweiterungsgeräte	maximal 1/21
Multicomputing	nein
Anzahl steckbarer IM (gesamt)	maximal 6
• IM 460	maximal 6
• IM 463–2	maximal 4, nur im Einzelbetrieb
Anzahl DP–Master	
• integriert	1
• über CP 443–5 Ext.	maximal 10
Betreibbare FMs und CPs	
• FM, CP (Punkt-zu-Punkt) siehe Anhang Einsetzbare Funktions- und Kommunikationsbaugruppen in S7-400H (Seite 345)	begrenzt durch Anzahl Steckplätze und Anzahl Verbindungen
• CP 441	begrenzt durch Anzahl Verbindungen, maximal 30
• Profibus– und Ethernet–CPs inkl. CP 443–5 Extended	maximal 14, davon maximal 10 CPs als DP-Master
Anschließbare OPs	15, davon 8 mit Meldungsverarbeitung

Uhrzeit	
Uhr (Echtzeituhr)	ja
• gepuffert	ja
• Auflösung	1 ms
Maximale Abweichung pro Tag	
• Netz–Aus (gepuffert)	1,7 s
• Netz–Ein (ungepuffert)	8,6 s
Betriebsstundenzähler	8
• Nummer/Nummernband	0 bis 7
• Wertebereich	0 bis 32767 Stunden
• Granularität	1 Stunde
• remanent	ja
Uhrzeitsynchronisation	ja
• im AS, auf MPI und DP	als Master oder Slave
Uhrzeitdifferenz im System bei Synchronisation über MPI	maximal 200 ms

S7–Meldefunktionen	
Anzahl anmeldbarer Stationen für Meldefunktionen (z. B. WIN CC oder SIMATIC OP)	maximal 8
Bausteinbezogene Meldungen	ja
• gleichzeitig aktive Alarm_S/SQ–Bausteine bzw. Alarm_D/DQ–Bausteine	maximal 100
Alarm_8–Bausteine	ja
• Anzahl Kommunikationsaufträge für Alarm_8–Bausteine **und** Bausteine für S7–Kommunikation (einstellbar)	maximal 600
• voreingestellt	300
Leittechnikmeldungen	ja
Anzahl gleichzeitig anmeldbarer Archive (SFB 37 AR_SEND)	16

Test– und Inbetriebnahmefunktionen	
Status/Steuern Variable	ja
• Variable	Ein–/Ausgänge, Merker, DB, Peripherieein–/ausgänge, Zeiten, Zähler
• Anzahl Variable	maximal 70
Forcen	ja
• Variable	Ein–/Ausgänge, Merker, Peripherieein–/ausgänge
• Anzahl Variable	maximal 256
Status-LED	ja, FRCE-LED
Status Baustein	ja
Einzelschritt	ja
Anzahl Haltepunkte	4
Diagnosepuffer	ja
• Anzahl der Einträge	maximal 3200 (einstellbar)
• voreingestellt	120

Kommunikation	
PG/OP–Kommunikation	ja
Routing	ja
S7–Kommunikation	ja
• Nutzdaten pro Auftrag	maximal 64 KByte
• davon konsistent	1 Variable (462 Byte)
S7–Basiskommunikation	nein
Globaldatenkommunikation	nein
S5–kompatible–Kommunikation	über FC AG_SEND und AG_RECV, maximal über 10 CP 443–1 oder 443–5
• Nutzdaten pro Auftrag	maximal 8 KByte
• davon konsistent	240 Byte

Kommunikation	
Anzahl gleichzeitiger AG_SEND/AG_RECV-Aufträge	maximal 24/24, siehe CP-Handbuch
Standardkommunikation (FMS)	ja, über CP und ladbarem FB
Anzahl Verbindungsressourcen für S7–Verbindungen über alle Schnittstellen und CPs	16, davon je eine reserviert für PG und OP

Schnittstellen
Sie dürfen die CPU **nicht** als DP–Slave projektieren

1. Schnittstelle	
Bezeichnung der Schnittstelle	X1
Typ der Schnittstelle	integriert
Physik	RS 485/PROFIBUS und MPI
potentialgetrennt	ja
Stromversorgung an Schnittstelle (15 bis 30V DC)	maximal 150 mA
Anzahl der Verbindungsressourcen	MPI: 16, DP: 16

Funktionalität	
• MPI	ja
• PROFIBUS DP	DP–Master

1. Schnittstelle im MPI–Betrieb	
Dienste	
• PG/OP–Kommunikation	ja
• Routing	ja
• S7–Kommunikation	ja
• Globaldatenkommunikation	nein
• S7–Basiskommunikation	nein
• Übertragungsgeschwindigkeiten	maximal 12 MBit/s

1. Schnittstelle im DP–Master–Betrieb	
Dienste	
• PG/OP–Kommunikation	ja
• Routing	ja
• S7–Kommunikation	ja
• Globaldatenkommunikation	nein
• S7–Basiskommunikation	nein
• Äquidistanz	nein
• SYNC/FREEZE	nein
• Aktivieren/Deaktivieren DP–Slaves	nein
• Direkter Datenaustausch (Querverkehr)	nein
Übertragungsgeschwindigkeiten	maximal 12 MBit/s

1. Schnittstelle im DP–Master–Betrieb	
Anzahl DP–Slaves	maximal 32
Anzahl Slots pro Schnittstelle	maximal 544
Adressbereich	maximal 2 KByte Eingänge/ 2 KByte Ausgänge
Nutzdaten pro DP–Slave	maximal 244 maximal 244 Byte Eingänge, maximal 244 Byte Ausgänge, maximal 244 Slots maximal 128 Byte je Slot
Hinweis: • Die Gesamtsumme der Eingangsbytes über alle Slots darf maximal 244 betragen. • Die Gesamtsumme der Ausgangsbytes über alle Slots darf maximal 244 betragen. • Der Adressbereich der Schnittstelle (maximal 2 KByte Eingänge/ 2 KByte Ausgänge) darf in Summe über alle 32 Slaves nicht überschritten werden.	

2. und 3. Schnittstelle	
Bezeichnung der Schnittstellen	IF1, IF2
Typ der Schnittstelle	steckbares Synchronisationsmodul (LWL)
einsetzbares Schnittstellenmodul	Synchronisationsmodul IF 960 (nur bei Redundanzbetrieb; bei Einzelbetrieb bleibt Schnittstelle frei/abgedeckt)
Länge der Synchronisationsleitung	maximal 10 m, nur mit Synchronisationsmodul 6ES7 960-1AA04-0XA0 betreibbar

Programmierung	
Programmiersprache	KOP, FUP, AWL, SCL, CFC, Graph, HiGraph®
Operationsvorrat	siehe Operationsliste
Klammerebenen	8
Systemfunktionen (SFC)	siehe Operationsliste
Anzahl gleichzeitig aktiver SFCs je Strang	
• SFC 59 "RD_REC"	8
• SFC 58 "WR_REC"	8
• SFC 55 "WR_PARM"	8
• SFC 57 "PARM_MOD"	1
• SFC 56 "WR_DPARM"	2
• SFC 13 "DPNRM_DG"	8
• SFC 51 "RDSYSST"	8
• SFC 103 "DP_TOPOL"	1
Über alle externen Stränge können in Summe viermal so viele SFCs aktiv sein, wie auf einem einzelnen Strang.	
Systemfunktionsbausteine (SFB)	siehe Operationsliste
Anzahl gleichzeitig aktiver SFBs je Strang	
• SFB 52 "RDREC"	8
• SFB 53 "WRREC"	8

Programmierung	
Über alle externen Stränge können in Summe viermal so viele SFBs aktiv sein, wie auf einem einzelnen Strang.	
Anwenderprogrammschutz	Passwortschutz
Zugriff auf konsistente Daten im Prozessabbild	ja

CiR–Synchronisationszeit (im Einzelbetrieb)	
Grundlast	150 ms
Zeit pro E-/A-Byte	40 µs

Maße	
Einbaumaße B x H x T (mm)	50 x 290 x 219
benötigte Steckplätze	2
Gewicht	ca. 0,990 kg

Spannungen, Ströme	
Stromaufnahme aus S7-400-Bus (DC 5 V)	typisch 1,2 A maximal 1,5 A
Stromaufnahme aus S7-400-Bus (DC 24 V) Die CPU nimmt keinen Strom bei 24 V auf, sie stellt diese Spannung lediglich an der MPI-/DP-Schnittstelle bereit.	Summe der Stromaufnahmen der an den MPI/DP-Schnittstellen angeschlossenen Komponenten, jedoch maximal 150 mA je Schnittstelle
Stromabgabe an DP-Schnittstelle (DC 5 V)	maximal 90 mA
Pufferstrom	typisch 190 µA (bis 40 °C) maximal 660 µA
maximale Pufferzeit	Siehe *Referenzhandbuch Baugruppendaten*, Kapitel 3.3
Einspeisung externer Pufferspannung an CPU	DC 5 bis 15 V
Verlustleistung	typisch 6,0 W

17.2 Technische Daten der CPU 414–4H; (6ES7 414–4HM14–0AB0)

CPU und Erzeugnisstand	
MLFB	6ES7 414–4HM14–0AB0
• Firmware–Version	V 4.5
zugehöriges Programmierpaket	ab STEP7 V 5.3 SP2 mit HW–Update

Speicher	
Arbeitsspeicher	
• integriert	1400 KByte für Code 1400 KByte für Daten
Ladespeicher	
• integriert	256 KByte RAM
• erweiterbar FEPROM	mit Memory Card (FLASH) 1 MByte bis 64 MByte
• erweiterbar RAM	mit Memory Card (RAM) 256 KByte bis 64 MByte
Pufferung mit Batterie	ja, alle Daten

Bearbeitungszeiten	
Bearbeitungszeiten für	
• Bitoperationen	45 ns
• Wortoperationen	45 ns
• Festpunktarithmetik	45 ns
• Gleitpunktarithmetik	135 ns

Zeiten/Zähler und deren Remanenz	
S7–Zähler	2048
• Remanenz einstellbar	von Z 0 bis Z 2047
• voreingestellt	von Z 0 bis Z 7
• Zählbereich	0 bis 999
IEC–Counter	ja
• Art	SFB
S7–Zeiten	2048
• Remanenz einstellbar	von T 0 bis T 2047
• voreingestellt	keine Zeiten remanent
• Zeitbereich	10 ms bis 9990 s
IEC–Timer	ja
• Art	SFB

Datenbereiche und deren Remanenz	
remanenter Datenbereich gesamt (inkl. Merker; Zeiten; Zähler)	gesamter Arbeits- und Ladespeicher (mit Pufferbatterie)
Merker	8 KByte
• Remanenz einstellbar	von MB 0 bis MB 8191
• Remanenz voreingestellt	von MB 0 bis MB 15
Taktmerker	8 (1 Merkerbyte)
Datenbausteine	maximal 4095 (DB 0 reserviert) Nummernband 1 - 4095
• Größe	maximal 64 KByte
Lokaldaten (einstellbar)	maximal 16 KByte
• voreingestellt	8 KByte

Bausteine	
OBs	siehe Operationsliste
• Größe	maximal 64 KByte
Schachtelungstiefe	
• je Prioritätsklasse	24
• zusätzliche innerhalb eines Fehler–OBs	1
SDBs	maximal 512
FBs	maximal 2048 Nummernband 0 - 2047
• Größe	maximal 64 KByte
FCs	maximal 2048 Nummernband 0 - 2047
• Größe	maximal 64 KByte

Adressbereiche (Ein–/Ausgänge)	
Peripherieadressbereich gesamt	8 KByte/8 KByte
• davon dezentral	inkl. Diagnoseadressen, Adressen für Peripherieanschaltungen etc.
MPI/DP–Schnittstelle	2 KByte/2 KByte
DP–Schnittstelle	6 KByte/6 KByte
Prozessabbild	8 KByte/8 KByte (einstellbar)
• voreingestellt	256 Byte/256 Byte
• Anzahl Teilprozessabbilder	maximal 15
• konsistente Daten	maximal 244 Byte
Zugriff auf konsistente Daten im Prozessabbild	ja
digitale Kanäle	maximal 65536/ maximal 65536
• davon zentral	maximal 65536/ maximal 65536

Adressbereiche (Ein–/Ausgänge)	
analoge Kanäle	maximal 4096/ maximal 4096
• davon zentral	maximal 4096/ maximal 4096

Ausbau	
Zentralgeräte/Erweiterungsgeräte	maximal 1/21
Multicomputing	nein
Anzahl steckbarer IM (gesamt)	maximal 6
• IM 460	maximal 6
• IM 463–2	maximal 4, nur im Einzelbetrieb
Anzahl DP–Master	
• integriert	2
• über CP 443–5 Ext.	maximal 10
Betreibbare FMs und CPs	
• FM, CP (Punkt-zu-Punkt) siehe Anhang Einsetzbare Funktions- und Kommunikationsbaugruppen in S7-400H (Seite 345)	begrenzt durch Anzahl Steckplätze und Anzahl Verbindungen
• CP 441	begrenzt durch Anzahl Verbindungen, maximal 30
• Profibus– und Ethernet–CPs inkl. CP 443–5 Extended	maximal 14, davon maximal 10 CPs als DP-Master
Anschließbare OPs	31, davon 8 mit Meldungsverarbeitung

Uhrzeit	
Uhr	ja
• gepuffert	ja
• Auflösung	1 ms
Maximale Abweichung pro Tag	
• Netz–Aus (gepuffert)	1,7 s
• Netz–Ein (ungepuffert)	8,6 s
Betriebsstundenzähler	8
• Nummer	0 bis 7
• Wertebereich	0 bis 32767 Stunden
• Granularität	1 Stunde
• remanent	ja
Uhrzeitsynchronisation	ja
• im AS, auf MPI und DP	als Master oder Slave
Uhrzeitdifferenz im System bei Synchronisation über MPI	maximal 200 ms

S7–Meldefunktionen	
Anzahl anmeldbarer Stationen für Meldefunktionen (z. B. WIN CC oder SIMATIC OP)	maximal 8
Bausteinbezogene Meldungen	ja
• gleichzeitig aktive Alarm_S/SQ–Bausteine bzw. Alarm_D/DQ–Bausteine	maximal 100
Alarm_8–Bausteine	ja
• Anzahl Kommunikationsaufträge für Alarm_8–Bausteine **und** Bausteine für S7–Kommunikation (einstellbar)	maximal 1200
• voreingestellt	900
Leittechnikmeldungen	ja
Anzahl gleichzeitig anmeldbarer Archive (SFB 37 AR_SEND)	16

Test– und Inbetriebnahmefunktionen	
Status/Steuern Variable	ja
• Variable	Ein–/Ausgänge, Merker, DB, Peripherieein–/ausgänge, Zeiten, Zähler
• Anzahl Variable	maximal 70
Forcen	ja
• Variable	Ein–/Ausgänge, Merker, Peripherieein–/ausgänge
• Anzahl Variable	maximal 256
Status-LED	ja, FRCE-LED
Status Baustein	ja
Einzelschritt	ja
Anzahl Haltepunkte	4
Diagnosepuffer	ja
• Anzahl der Einträge	maximal 3200 (einstellbar)
• voreingestellt	120

Kommunikation	
PG/OP–Kommunikation	ja
Routing	ja
S7–Kommunikation	ja
• Nutzdaten pro Auftrag	maximal 64 KByte
• davon konsistent	1 Variable (462 Byte)
S7–Basiskommunikation	nein
Globaldatenkommunikation	nein
S5–kompatible–Kommunikation	über FC AG_SEND und AG_RECV, maximal über 10 CP 443–1 oder 443–5
• Nutzdaten pro Auftrag	maximal 8 KByte
• davon konsistent	240 Byte

Kommunikation	
Anzahl gleichzeitiger AG_SEND/AG_RECV-Aufträge	maximal 24/24, siehe CP-Handbuch
Standardkommunikation (FMS)	ja (über CP und ladbarem FB)
Anzahl Verbindungsressourcen für S7–Verbindungen über alle Schnittstellen und CPs	32, davon je eine reserviert für PG und OP

Schnittstellen
Sie dürfen die CPU **nicht** als DP–Slave projektieren

1. Schnittstelle	
Bezeichnung der Schnittstelle	X1
Typ der Schnittstelle	integriert
Physik	RS 485/Profibus
potentialgetrennt	ja
Stromversorgung an Schnittstelle (15 bis 30V DC)	maximal 150 mA
Anzahl der Verbindungsressourcen	MPI: 32, DP: 32

Funktionalität	
• MPI	ja
• PROFIBUS DP	DP–Master

1. Schnittstelle im MPI–Betrieb	
Dienste	
• PG/OP–Kommunikation	ja
• Routing	ja
• S7–Kommunikation	ja
• Globaldatenkommunikation	nein
• S7–Basiskommunikation	nein
• Übertragungsgeschwindigkeiten	maximal 12 MBit/s

1. Schnittstelle im DP–Master–Betrieb	
• Dienste	
• PG/OP–Kommunikation	ja
• Routing	ja
• S7–Kommunikation	ja
• Globaldatenkommunikation	nein
• S7–Basiskommunikation	nein
• Äquidistanz	nein
• SYNC/FREEZE	nein
• Aktivieren/Deaktivieren DP–Slaves	nein
• Direkter Datenaustausch (Querverkehr)	nein

1. Schnittstelle im DP–Master–Betrieb	
• Übertragungsgeschwindigkeiten	maximal 12 MBit/s
• Anzahl DP–Slaves	maximal 32
• Anzahl Slots pro Schnittstelle	maximal 544
• Adressbereich	maximal 2 KByte Eingänge/ 2 KByte Ausgänge
• Nutzdaten pro DP–Slave	maximal 244 Byte maximal 244 Byte Eingänge, maximal 244 Byte Ausgänge, maximal 244 Slots maximal 128 Byte je Slot
Hinweis: • Die Gesamtsumme der Eingangsbytes über alle Slots darf maximal 244 betragen. • Die Gesamtsumme der Ausgangsbytes über alle Slots darf maximal 244 betragen. • Der Adressbereich der Schnittstelle (maximal 2 KByte Eingänge/ 2 KByte Ausgänge) darf in Summe über alle 32 Slaves nicht überschritten werden.	

2. Schnittstelle	
Bezeichnung der Schnittstelle	X2
Typ der Schnittstelle	integriert
Physik	RS 485/Profibus
potentialgetrennt	ja
Stromversorgung an Schnittstelle (15 bis 30V DC)	maximal 150 mA
Anzahl der Verbindungsressourcen	16

Funktionalität	
• PROFIBUS DP	DP–Master

2. Schnittstelle im DP–Master–Betrieb	
Dienste	
• PG/OP–Kommunikation	ja
• Routing	ja
• S7–Kommunikation	ja
• Globaldatenkommunikation	nein
• S7–Basiskommunikation	nein
• Äquidistanz	nein
• SYNC/FREEZE	nein
• Aktivieren/Deaktivieren DP–Slaves	nein
• Direkter Datenaustausch (Querverkehr)	nein
• Übertragungsgeschwindigkeiten	bis 12 MBit/s
• Anzahl DP–Slaves	maximal 96
• Anzahl Slots pro Schnittstelle	Maximal 1632
• Adressbereich	maximal 6 KByte Eingänge/ 6 KByte Ausgänge

2. Schnittstelle im DP–Master–Betrieb	
• Nutzdaten pro DP–Slave	maximal 244 Byte maximal 244 Byte Eingänge, maximal 244 Byte Ausgänge, maximal 244 Slots maximal 128 Byte je Slot
Hinweis: • Die Gesamtsumme der Eingangsbytes über alle Slots darf maximal 244 betragen. • Die Gesamtsumme der Ausgangsbytes über alle Slots darf maximal 244 betragen. • Der Adressbereich der Schnittstelle (maximal 6 KByte Eingänge/ 6 KByte Ausgänge) darf in Summe über alle 96 Slaves nicht überschritten werden.	

3. und 4. Schnittstelle	
Bezeichnung der Schnittstellen	IF1, IF2
Typ der Schnittstelle	steckbares Synchronisationsmodul (LWL)
einsetzbares Schnittstellenmodul	Synchronisationsmodul IF 960 (nur bei Redundanzbetrieb; bei Einzelbetrieb bleibt Schnittstelle frei/abgedeckt)
Länge der Synchronisationsleitung	Maximal 10 km

Programmierung	
Programmiersprache	KOP, FUP, AWL, SCL, CFC, Graph, HiGraph®
Operationsvorrat	siehe Operationsliste
Klammerebenen	8
Systemfunktionen (SFC)	siehe Operationsliste
Anzahl gleichzeitig aktiver SFCs je Strang	
• SFC 59 "RD_REC"	8
• SFC 58 "WR_REC"	8
• SFC 55 "WR_PARM"	8
• SFC 57 "PARM_MOD"	1
• SFC 56 "WR_DPARM"	2
• SFC 13 "DPNRM_DG"	8
• SFC 51 "RDSYSST"	8
• SFC 103 "DP_TOPOL"	1
Über alle externen Stränge können in Summe viermal so viele SFCs aktiv sein, wie auf einem einzelnen Strang.	
Systemfunktionsbausteine (SFB)	siehe Operationsliste
Anzahl gleichzeitig aktiver SFBs je Strang	
• SFB 52 "RDREC"	8
• SFB 53 "WRREC"	8
Über alle externen Stränge können in Summe viermal so viele SFBs aktiv sein, wie auf einem einzelnen Strang.	
Anwenderprogrammschutz	Passwortschutz
Zugriff auf konsistente Daten im Prozessabbild	ja

CiR–Synchronisationszeit (im Einzelbetrieb)	
Grundlast	100 ms
Zeit pro E–/A–Byte	25 µs

Maße	
Einbaumaße B x H x T (mm)	50 x 290 x 219
benötigte Steckplätze	2
Gewicht	ca. 0,995 kg

Spannungen, Ströme	
Stromaufnahme aus S7–400–Bus (DC 5 V)	typisch 1,4 A maximal 1,7 A
Stromaufnahme aus S7–400–Bus (DC 24 V) Die CPU nimmt keinen Strom bei 24 V auf, sie stellt diese Spannung lediglich an der MPI–/DP–Schnittstelle bereit.	Summe der Stromaufnahmen der an den MPI/DP–Schnittstellen angeschlossenen Komponenten, jedoch maximal 150 mA je Schnittstelle
Stromabgabe an DP-Schnittstelle (DC 5 V)	maximal 90 mA
Pufferstrom	typisch 190 µA (bis 40 °C) maximal 660 µA
maximale Pufferzeit	Siehe *Referenzhandbuch Baugruppendaten*, Kapitel 3.3
Einspeisung externer Pufferspannung an CPU	DC 5 bis 15 V
Verlustleistung	typisch 7,0 W

17.3 Technische Daten der CPU 417–4H; (6ES7 417–4HT14–0AB0)

CPU und Erzeugnisstand	
MLFB	6ES7 417–4HT14–0AB0
• Firmware–Version	V 4.5
zugehöriges Programmierpaket	ab STEP7 V 5.3 SP2 mit HW–Update

Speicher	
Arbeitsspeicher	
• integriert	15 MByte für Code 15 MByte für Daten
Ladespeicher	
• integriert	256 KByte RAM
• erweiterbar FEPROM	mit Memory Card (FLASH) 1 MByte bis 64 MByte
• erweiterbar RAM	mit Memory Card (RAM) 256 KByte bis 64 MByte
Pufferung mit Batterie	ja, alle Daten

Bearbeitungszeiten	
Bearbeitungszeiten für	
• Bitoperationen	18 ns
• Wortoperationen	18 ns
• Festpunktarithmetik	18 ns
• Gleitpunktarithmetik	54 ns

Zeiten/Zähler und deren Remanenz	
S7–Zähler	2048
• Remanenz einstellbar	von Z 0 bis Z 2047
• voreingestellt	von Z 0 bis Z 7
• Zählbereich	0 bis 999
IEC–Counter	ja
• Art	SFB
S7–Zeiten	2048
• Remanenz einstellbar	von T 0 bis T 2047
• voreingestellt	keine Zeiten remanent
• Zeitbereich	10 ms bis 9990 s
IEC–Timer	ja
• Art	SFB

Datenbereiche und deren Remanenz	
remanenter Datenbereich gesamt (inkl. Merker; Zeiten; Zähler)	gesamter Arbeits– und Ladespeicher (mit Pufferbatterie)
Merker	16 KByte
• Remanenz einstellbar	von MB 0 bis MB 16383
• Remanenz voreingestellt	von MB 0 bis MB 15
Taktmerker	8 (1 Merkerbyte)
Datenbausteine	maximal 8191 (DB 0 reserviert) Nummernband 1 bis 8191
• Größe	maximal 64 KByte
Lokaldaten (einstellbar)	maximal 64 KByte
• voreingestellt	32 KByte

Bausteine	
OBs	siehe Operationsliste
• Größe	maximal 64 KByte
Schachtelungstiefe	
• je Prioritätsklasse	24
• zusätzliche innerhalb eines Fehler–OBs	2
SDBs	maximal 512
FBs	maximal 6144 Nummernband 0 bis 6143
• Größe	maximal 64 KByte
FCs	maximal 6144 Nummernband 0 bis 6143
• Größe	maximal 64 KByte

Adressbereiche (Ein–/Ausgänge)	
Peripherieadressbereich gesamt	16 KByte/16 KByte
• davon dezentral	inkl. Diagnoseadressen, Adressen für Peripherieanschaltungen etc
MPI/DP–Schnittstelle	2 KByte/2 KByte
DP–Schnittstelle	8 KByte/8 KByte
Prozessabbild	16 KByte/16 KByte(einstellbar)
• voreingestellt	1024 Byte/1024 Byte
• Anzahl Teilprozessabbilder	maximal 15
• konsistente Daten	maximal 244 Byte
Zugriff auf konsistente Daten im Prozessabbild	ja
digitale Kanäle	maximal 131072/ maximal 131072
• davon zentral	maximal 131072/ maximal 131072

Adressbereiche (Ein–/Ausgänge)	
analoge Kanäle	maximal 8192/ maximal 8192
• davon zentral	maximal 8192/ maximal 8192

Ausbau	
Zentralgeräte/Erweiterungsgeräte	maximal 1/21
Multicomputing	nein
Anzahl steckbarer IM (gesamt)	maximal 6
• IM 460	maximal 6
• IM 463–2	maximal 4, nur im Einzelbetrieb
Anzahl DP–Master	
• integriert	2
• über CP 443–5 Ext.	maximal 10
Anzahl steckbarer S5–Baugruppen über Adaptionskapsel (im Zentralgerät)	keine
Betreibbare Funktionsbaugruppen und Kommunikationsprozessoren	
• FM, CP (Punkt-zu-Punkt) siehe Anhang Einsetzbare Funktions- und Kommunikationsbaugruppen in S7-400H (Seite 345)	begrenzt durch Anzahl Steckplätze und Anzahl Verbindungen
• CP 441	begrenzt durch Anzahl Verbindungen, maximal 30
• Profibus– und Ethernet–CPs inkl. CP 443–5 Extended	maximal 14, davon maximal 10 CPs als DP Master
Anschließbare OPs	63, davon 16 mit Meldungsverarbeitung

Uhrzeit	
Uhr	ja
• gepuffert	ja
• Auflösung	1 ms
Maximale Abweichung pro Tag	
• Netz–Aus (gepuffert)	1,7 s
• Netz–Ein (ungepuffert)	8,6 s
Betriebsstundenzähler	8
• Nummer	0 bis 7
• Wertebereich	0 bis 32767 Stunden
• Granularität	1 Stunde
• remanent	ja
Uhrzeitsynchronisation	ja
• im AS, MPI und DP	als Master oder Slave

Uhrzeit	
Uhrzeitdifferenz im System bei Synchronisation über MPI	maximal 200 ms

S7–Meldefunktionen	
Anzahl anmeldbarer Stationen für Meldefunktionen (z. B. WIN CC oder SIMATIC OP)	maximal 16
Bausteinbezogene Meldungen	ja
• gleichzeitig aktive Alarm_S/SQ–Bausteine bzw. Alarm_D/DQ–Bausteine	maximal 200
Alarm_8–Bausteine	ja
• Anzahl Kommunikationsaufträge für Alarm_8–Bausteine **und** Bausteine für S7–Kommunikation (einstellbar)	maximal 10000
• voreingestellt	1200
Leittechnikmeldungen	ja
Anzahl gleichzeitig anmeldbarer Archive (SFB 37 AR_SEND)	64

Test– und Inbetriebnahmefunktionen	
Status/Steuern Variable	ja
• Variable	Ein–/Ausgänge, Merker, DB, Peripherieein–/ausgänge, Zeiten, Zähler
• Anzahl Variable	maximal 70
Forcen	ja
• Variable	Ein–/Ausgänge, Merker, Peripherieein–/ausgänge
• Anzahl Variable	maximal 512
Status-LED	ja, FRCE-LED
Status Baustein	ja
Einzelschritt	ja
Anzahl Haltepunkte	4
Diagnosepuffer	ja
• Anzahl der Einträge	maximal 3200 (einstellbar)
• voreingestellt	120

Kommunikation	
PG/OP–Kommunikation	ja
Routing	ja
Anzahl Verbindungsressourcen für S7–Verbindungen über alle Schnittstellen und CPs	64, davon je eine reserviert für PG und OP
S7–Kommunikation	ja
• Nutzdaten pro Auftrag	64 Byte
• davon konsistent	1 Variable (462 Byte)
Globaldatenkommunikation	nein

Kommunikation	
S7–Basiskommunikation	nein
S5–kompatible–Kommunikation	über FC AG_SEND und AG_RECV, maximal über 10 CP 443–1 oder 443–5
• Nutzdaten pro Auftrag	maximal 8 KByte
• davon konsistent	240 Byte
Anzahl gleichzeitiger AG_SEND/AG_RECV-Aufträge	maximal 64/64, siehe CP-Handbuch
Standardkommunikation (FMS)	ja (über CP und ladbare FC)
Anzahl Verbindungsressourcen für S7–Verbindungen über alle Schnittstellen und CPs	64, davon je eine reserviert für PG und OP

Schnittstellen
Sie dürfen die CPU **nicht** als DP–Slave projektieren

1. Schnittstelle	
Bezeichnung der Schnittstelle	X1
Typ der Schnittstelle	integriert
Physik	RS 485/Profibus
potentialgetrennt	ja
Stromversorgung an Schnittstelle (15 bis 30V DC)	maximal 150 mA
Anzahl der Verbindungsressourcen	MPI: 44, DP: 32 wird ein Diagnoserepeater am Strang eingesetzt, reduziert sich die Anzahl der Verbindungsresourcen am Strang um 1

Funktionalität	
• MPI	ja
• PROFIBUS DP	DP–Master

1. Schnittstelle im MPI–Betrieb	
• Dienste	
• PG/OP–Kommunikation	ja
• Routing	ja
• S7–Kommunikation	ja
• Globaldatenkommunikation	nein
• S7–Basiskommunikation	nein
• Übertragungsgeschwindigkeiten	maximal 12 MBit/s

1. Schnittstelle im DP–Master–Betrieb	
Dienste	
• PG/OP–Kommunikation	ja
• Routing	ja
• S7–Kommunikation	ja

1. Schnittstelle im DP–Master–Betrieb	
• Globaldatenkommunikation	nein
• S7–Basiskommunikation	nein
• Äquidistanz	nein
• SYNC/FREEZE	nein
• Aktivieren/Deaktivieren DP–Slaves	nein
• Direkter Datenaustausch (Querverkehr)	nein
Übertragungsgeschwindigkeiten	maximal 12 MBit/s
Anzahl DP–Slaves	maximal 32
Anzahl Slots pro Schnittstelle	maximal 544
Adressbereich	maximal 2 KByte Eingänge/ 2 KByte Ausgänge
Nutzdaten pro DP–Slave	maximal 244 Byte maximal 244 Byte Eingänge, maximal 244 Byte Ausgänge, maximal 244 Slots maximal 128 Byte je Slot
Hinweis: • Die Gesamtsumme der Eingangsbytes über alle Slots darf maximal 244 betragen. • Die Gesamtsumme der Ausgangsbytes über alle Slots darf maximal 244 betragen. • Der Adressbereich der Schnittstelle (maximal 2 KByte Eingänge/ 2 KByte Ausgänge) darf in Summe über alle 32 Slaves nicht überschritten werden.	

2. Schnittstelle	
Bezeichnung der Schnittstelle	X2
Typ der Schnittstelle	integriert
Physik	RS 485/Profibus
potentialgetrennt	ja
Stromversorgung an Schnittstelle (15 bis 30V DC)	maximal 150 mA
Anzahl der Verbindungsressourcen	32, wird ein Diagnoserepeater am Strang eingesetzt, reduziert sich die Anzahl der Verbindungsresourcen am Strang um 1

Funktionalität	
• PROFIBUS DP	DP–Master

2. Schnittstelle im DP–Master–Betrieb	
Dienste	
• PG/OP–Kommunikation	ja
• Routing	ja
• S7–Kommunikation	ja
• Globaldatenkommunikation	nein
• S7–Basiskommunikation	nein
• Äquidistanz	nein

2. Schnittstelle im DP–Master–Betrieb	
• SYNC/FREEZE	nein
• Aktivieren/Deaktivieren DP–Slaves	nein
• Direkter Datenaustausch (Querverkehr)	nein
Übertragungsgeschwindigkeiten	maximal 12 MBit/s
Anzahl DP–Slaves	maximal 125
Anzahl Slots pro Schnittstelle	maximal 2173
Adressbereich	maximal 8 KByte Eingänge/ 8 KByte Ausgänge
Nutzdaten pro DP–Slave	maximal 244 Byte maximal 244 Byte Eingänge, maximal 244 Byte Ausgänge, maximal 244 Slots maximal 128 Byte je Slot
Hinweis: • Die Gesamtsumme der Eingangsbytes über alle Slots darf maximal 244 betragen. • Die Gesamtsumme der Ausgangsbytes über alle Slots darf maximal 244 betragen. • Der Adressbereich der Schnittstelle (maximal 8 KByte Eingänge/ 8 KByte Ausgänge) darf in Summe über alle 125 Slaves nicht überschritten werden.	

3. und 4. Schnittstelle	
Bezeichnung der Schnittstellen	IF1, IF2
Typ der Schnittstelle	steckbares Synchronisationsmodul (LWL)
einsetzbares Schnittstellenmodul	Synchronisationsmodul IF 960 (nur bei Redundanzbetrieb; bei Einzelbetrieb bleibt Schnittstelle frei/abgedeckt)
Länge der Synchronisationsleitung	Maximal 10 km

Programmierung	
Programmiersprache	KOP, FUP, AWL, SCL, CFC, Graph, HiGraph®
Operationsvorrat	siehe Operationsliste
Klammerebenen	8
Systemfunktionen (SFC)	siehe Operationsliste
Anzahl gleichzeitig aktiver SFCs je Strang	
• SFC 59 "RD_REC"	8
• SFC 58 "WR_REC"	8
• SFC 55 "WR_PARM"	8
• SFC 57 "PARM_MOD"	1
• SFC 56 "WR_DPARM"	2
• SFC 13 "DPNRM_DG"	8
• SFC 51 "RDSYSST"	8
• SFC 103 "DP_TOPOL"	1
Über alle externen Stränge können in Summe viermal so viele SFCs aktiv sein, wie auf einem einzelnen Strang.	
Systemfunkionsbausteine (SFB)	siehe Operationsliste

Programmierung	
Anzahl gleichzeitig aktiver SFBs je Strang	
• SFB 52 "RDREC"	8
• SFB 53 "WRREC"	8
Über alle externen Stränge können in Summe viermal so viele SFBs aktiv sein, wie auf einem einzelnen Strang.	
Anwenderprogrammschutz	Passwortschutz
Zugriff auf konsistente Daten im Prozessabbild	ja

CiR Synchronisationszeit (im Einzelbetrieb)	
Grundlast	60 ms
Zeit pro E–/A–Byte	10 μs

Maße	
Einbaumaße B x H x T (mm)	50 x 290 x 219
benötigte Steckplätze	2
Gewicht	ca. 0,995 kg

Spannungen, Ströme	
Stromaufnahme aus S7–400–Bus (DC 5 V)	typisch 1,5 A maximal 1,8 A
Stromaufnahme aus S7–400–Bus (DC 24 V) Die CPU nimmt keinen Strom bei 24 V auf, sie stellt diese Spannung lediglich an der MPI–/DP–Schnittstelle bereit.	Summe der Stromaufnahmen der an den MPI/DP–Schnittstellen angeschlossenen Komponenten, jedoch maximal 150 mA je Schnittstelle
Stromabgabe an DP-Schnittstelle (DC 5 V)	maximal 90 mA
Pufferstrom	typisch 970 μA (bis 40 °C) maximal 1980 μA
maximale Pufferzeit	Siehe Refernzhandbuch Baugrupendaten, Kapitel 3.3
Einspeisung externer Pufferspannung an CPU	DC 5 bis 15 V
Verlustleistung	typisch 7,5 W

17.4 Technische Daten der Memory Cards

Daten

Name	Bestellnummer	Stromaufnahme bei 5 V	Pufferströme
MC 952 / 256 KB / RAM	6ES7952-1AH00-0AA0	typ. 35 mA max. 80 mA	typ. 1 µA max. 40 µA
MC 952 / 1 MB / RAM	6ES7952-1AK00-0AA0	typ. 40 mA max. 90 mA	typ. 3 µA max. 50 µA
MC 952 / 2 MB / RAM	6ES7952-1AL00-0AA0	typ. 45 mA max. 100 mA	typ. 5 µA max. 60 µA
MC 952 / 4 MB / RAM	6ES7952-1AM00-0AA0	typ. 45 mA max. 100 mA	typ. 5 µA max. 60 µA
MC 952 / 8 MB / RAM	6ES7952-1AP00-0AA0	typ. 45 mA max. 100 mA	typ. 5 µA max. 60 µA
MC 952 / 16 MB / RAM	6ES7952-1AS00-0AA0	typ. 100 mA max. 150 mA	typ. 50 µA max. 125 µA
MC 952 / 64 MB / RAM	6ES7952-1AY00-0AA0	typ. 100 mA max. 150 mA	typ. 100 µA max. 500 µA
MC 952 / 1 MB / 5V FLASH	6ES7952-1KK00-0AA0	typ. 40 mA max. 90 mA	–
MC 952 / 2 MB / 5V FLASH	6ES7952-1KL00-0AA0	typ. 50 mA max. 100 mA	–
MC 952 / 4 MB / 5V FLASH	6ES7952-1KM00-0AA0	typ. 40 mA max. 90 mA	–
MC 952 / 8 MB / 5V FLASH	6ES7952-1KP00-0AA0	typ. 50 mA max. 100 mA	–
MC 952 / 16 MB / 5V FLASH	6ES7952-1KS00-0AA0	typ. 55 mA max. 110 mA	–
MC 952 / 32 MB / 5V FLASH	6ES7952-1KT00-0AA0	typ. 55 mA max. 110 mA	–
MC 952 / 64 MB / 5V FLASH	6ES7952-1KY00-0AA0	typ. 55 mA max. 110 mA	–
Abmessungen BxHxT (in mm)		7,5 x 57 x 87	
Gewicht		max. 35 g	
EMV-Schutz		Durch konstruktive Maßnahmen gegeben	

17.5 Laufzeiten der FCs und FBs zur redundanten Peripherie

Tabelle 17- 1 Laufzeiten der Bausteine zur redundanten Peripherie

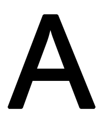
Baustein	Laufzeit im Einzel–/Solobetrieb	Laufzeit im redundanten Betrieb
FC 450 RED_INIT Angaben beziehen sich auf den Anlauf	2 ms + 300 µs/ projektiertes Baugruppenpaar Bei der Angabe des Wertes für ein Baugruppenpaar, handelt es sich um einen gemittelten Wert. Bei wenigen Baugruppen kann die Laufzeit < 300 µs sein. Bei einer großen Anzahl von redundanten Baugruppen kann der Wert auch > 300 µs werden.	-
FC 451 RED_DEPA	160 µs	360 µs
FB 450 RED_IN Aufruf findet in den entsprechenden Ablaufebenen statt	750 µs + 60 µs/ Baugruppenpaar des aktuellen TPA Bei der Angabe des Wertes für ein Baugruppenpaar, handelt es sich um einen gemittelten Wert. Durch auftretende Diskrepanzen und sich daraus ergebende Passivierungen und Diagnosepuffereinträge kann sich die Laufzeit weiter erhöhen. Durch eine Depassivierung, die in den einzelnen Ablaufebenen des FB RED_IN ausgeführt wird, kann sich die Laufzeit ebenfalls verlängern. Die Depassivierung kann, je nach Baugruppenanzahl in der Ablaufebene, eine Laufzeitverlängerung des FB RED_IN von 0,4...8 ms verursachen. Die 8 ms werden im redundanten Betrieb bei einer Baugruppenanzahl von mehr als 370 Baugruppenpaaren in einer Ablaufebene erreicht.	1000 µs + 70 µs/ Baugruppenpaar des aktuellen TPA Bei der Angabe des Wertes für ein Baugruppenpaar, handelt es sich um einen gemittelten Wert. Durch auftretende Diskrepanzen und sich daraus ergebende Passivierungen und Diagnosepuffereinträge kann sich die Laufzeit weiter erhöhen. Durch eine Depassivierung, die in den einzelnen Ablaufebenen des FB RED_IN ausgeführt wird, kann sich die Laufzeit ebenfalls verlängern. Die Depassivierung kann, je nach Baugruppenanzahl in der Ablaufebene, eine Laufzeitverlängerung des FB RED_IN von 0,4...8 ms verursachen. Die 8 ms werden im redundanten Betrieb bei einer Baugruppenanzahl von mehr als 370 Baugruppenpaaren in einer Ablaufebene erreicht.
FB 451 RED_OUT Aufruf findet in den entsprechenden Ablaufebenen statt.	650 µs + 2 µs/Baugruppenpaar des aktuellen TPA Bei der Angabe des Wertes für ein Baugruppenpaar, handelt es sich um einen gemittelten Wert. Bei wenigen Baugruppen kann die Laufzeit < 2 µs sein. Bei einer grossen Anzahl von redundanten Baugruppen kann der Wert auch > 2 µs werden.	860 µs + 2 µs/Baugruppenpaar des aktuellen TPA Bei der Angabe des Wertes für ein Baugruppenpaar, handelt es sich um einen gemittelten Wert. Bei wenigen Baugruppen kann die Laufzeit < 2 µs sein. Bei einer grossen Anzahl von redundanten Baugruppen kann der Wert auch > 2 µs werden.

Baustein	Laufzeit im Einzel–/Solobetrieb	Laufzeit im redundanten Betrieb
FB 452 RED_DIAG	Aufruf fand im OB 72 statt: 160 µs Aufruf fand im OB82, 83, 85 statt: 250 µs + 5 µs/ projektiertes Baugruppenpaar Im Extremfall kann sich die Laufzeit des FB RED_DIAG bis 1,5 ms erhöhen. . Dies gilt dann, wenn der Arbeits–DB eine Länge von 60 kByte erreicht hat und der ausgelöste Alarm von einer Baugruppe stammt, die nicht zur redundanten Peripherie gehört.	Aufruf fand im OB 72 statt: 360 µs Aufruf fand im OB82, 83, 85 statt: 430 µs (Grundlast) + 6 µs/ projektiertes Baugruppenpaar Im Extremfall kann sich die Laufzeit des FB RED_DIAG bis 1,5 ms erhöhen. . Dies gilt dann, wenn der Arbeits–DB eine Länge von 60 kByte erreicht hat und der ausgelöste Alarm von einer Baugruppe stammt, die nicht zur redundanten Peripherie gehört.
FB 453 RED_STATUS	160 µs + 4 µs/ projektiertes Baugruppenpaar * Anzahl der Baugruppenpaare) Die Laufzeit ist von der Position der zu suchenden Baugruppe im Arbeits–DB abhängig, welche zufällig ist. Wurde eine Baugruppenadresse gesucht, die redundant nicht vorhanden ist, so wird der ganze Arbeits-DB durchsucht. Hierbei ergibt sich die längste Laufzeit des FB RED_STATUS. Die Anzahl der Baugruppenpaare bezieht sich entweder auf alle Eingänge (DI/AI) oder alle Ausgänge (DO/AO).	350 µs + 5 µs/ projektiertes Baugruppenpaar * Anzahl der Baugruppenpaare) Die Laufzeit ist von der Position der zu suchenden Baugruppe im Arbeits–DB abhängig, welche zufällig ist. Wurde eine Baugruppenadresse gesucht, die redundant nicht vorhanden ist, so wird der ganze Arbeits-DB durchsucht. Hierbei ergibt sich die längste Laufzeit des FB RED_STATUS. Die Anzahl der Baugruppenpaare bezieht sich entweder auf alle Eingänge (DI/AI) oder alle Ausgänge (DO/AO).

ACHTUNG

Alle Werte sind keine Absolut–, sondern Richtwerte. Im Einzelfall können die tatsächlichen Werte, von den angegebenen Werten abweichen. Die Übersicht soll als Orientierung und als Hilfe dienen, wie weit sich Zykluszeitveränderungen, durch den Einsatz der Bibiothek RED_IO ergeben können.

Kennwerte redundanter Automatisierungssysteme



Der vorliegende Anhang gibt Ihnen eine kurze Einführung in die Kennwerte für redundante Automatisierungssysteme und zeigt anhand einiger ausgewählter Konfigurationen die praktische Auswirkung von redundanten Aufbauformen.

Eine Übersicht über die MTBF verschiedener SIMATIC–Produkte finden Sie in den SIMATIC FAQs bei :

http://support.automation.siemens.com

unter der ID 16818490

A.1 Grundbegriffe

Zur quantitativen Bewertung von redundanten Automatisierungssystemen werden in der Regel die Parameter Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit benötigt, die im folgenden näher beschrieben sind.

Zuverlässigkeit

Zuverlässigkeit ist die Eigenschaft einer technischen Einrichtung, ihre Funktion während ihrer Betriebsdauer zu erfüllen. Dies ist meist nicht mehr möglich, wenn eine Komponente ausgefallen ist.

Als Maß für die Zuverlässigkeit wird daher oft die mittlere Betriebszeit zwischen zwei Ausfällen **MTBF** (**M**ean **T**ime **B**etween **F**ailure) angegeben. Sie kann entweder statistisch über in Betrieb befindliche Systeme oder rechnerisch über die Ausfallraten der eingesetzten Komponenten ermittelt werden.

Zuverlässigkeit von Baugruppen

Durch umfangreiche qualitätssichernde Maßnahmen in Entwicklung und Fertigung ist die Zuverlässigkeit der SIMATIC–Komponenten extrem hoch.

Zuverlässigkeit von Automatisierungssystemen

Der Einsatz redundanter Baugruppen erhöht sehr stark die MTBF eines Systems. Verbunden mit den hochwertigen Selbsttests und den Mechanismen zur Fehlererkennung, die in den CPUs der S7–400H integriert sind, werden nahezu alle Fehler aufgedeckt und lokalisiert.

Die MTBF der S7–400H wird bestimmt durch die mittlere Ausfallzeit **MDT** (**M**ean **D**own **T**ime) eines Teilsystems. Diese Zeit setzt sich im wesentlichen zusammen aus der Zeit zur Fehlererkennung und der Zeit, die zur Reparatur oder zum Tausch defekter Baugruppen benötigt wird.

In einer CPU gibt es, zusätzlich zu anderen Maßnahmen, einen Selbsttest mit einer einstellbaren Testzykluszeit. Die Testzykluszeit ist auf 90 Minuten voreingestellt. Diese Zeit beeinflusst die Zeit zur Fehlererkennung. Die Reparaturzeit bei einem modularen System wie S7–400H beträgt üblicherweise 4 Stunden.

Mean Down Time (MDT)

Die MDT eines Systems hängt von folgenden Zeiten ab:

- Zeit, die benötigt wird, um einen Fehler zu erkennen
- Zeit, die benötigt wird, um die Ursache eines Fehlers zu finden
- Zeit, die benötigt wird, den Fehler zu beheben und das System neu zu starten

Die MDT des Systems wird berechnet aus den MDT der einzelnen Komponenten des Systems. Die Struktur in der die Komponenten das System bilden, geht ebenfalls in die Berechnung ein.

Für den Zusammenhang zwischen MDT und MTBF gilt: MDT << MTBF

Für die Größe der MDT ist die Qualität der Wartung des Systems von größter Bedeutung. Die wichtigsten Faktoren hierfür sind die Folgenden:

- Qualifiziertes Personal
- Effektive Logistik
- Leistungsfähige Hilfsmittel für Diagnose und Fehlererkennung
- Gute Strategie für die Durchführung von Reparaturen

Nachfolgendes Bild zeigt die Abhängigkeit der MDT von den oben genannten Zeiten und Faktoren.

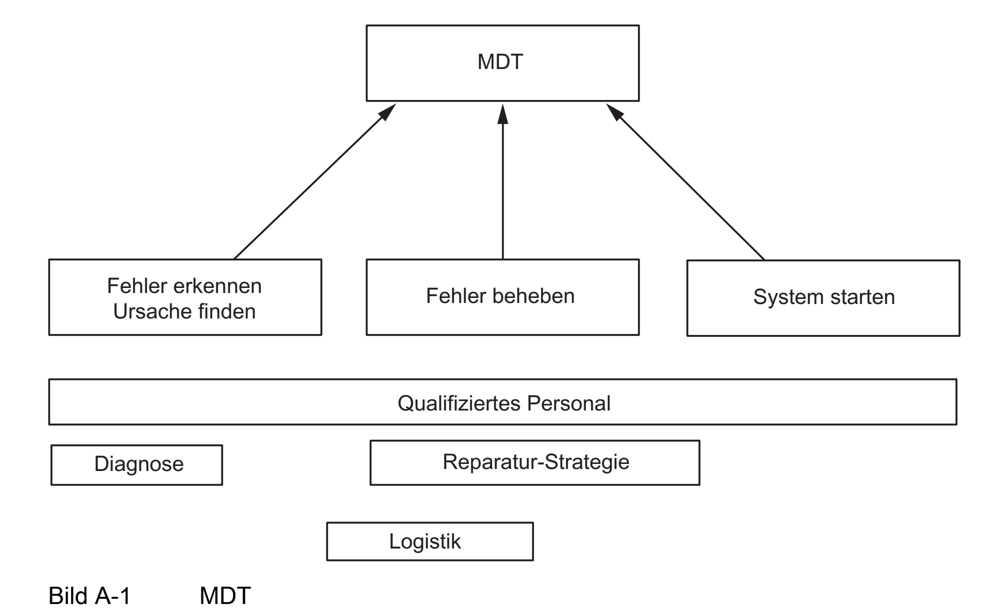


Bild A-1 MDT

Nachfolgendes Bild zeigt die Parameter, die in die Berechnung der MTBF eines Systems eingehen.

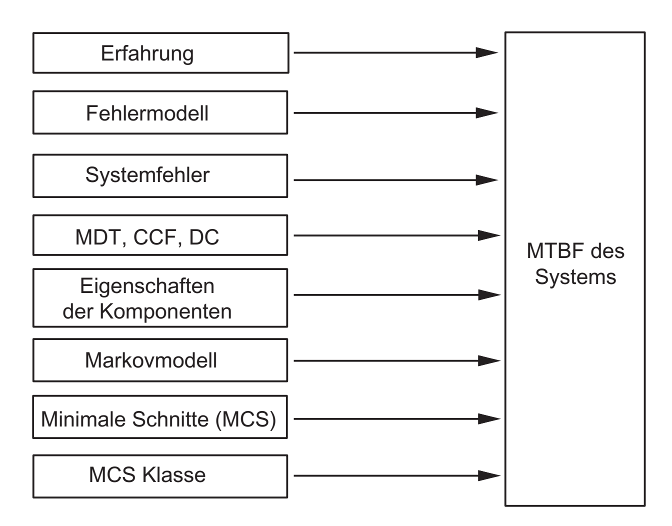


Bild A-2 MTBF

Voraussetzungen

Diese Analyse geht von folgenden Voraussetzungen aus:

- Für die Fehlerrate aller Komponenten und für alle Berechnungen wird von einer Durchschnittstemperatur von 40 °C ausgegangen.
- Das System ist fehlerfrei aufgebaut und parametriert.
- Alle benötigten Ersatzteile sind vor Ort vorhanden so dass die Reparaturzeit nicht durch fehlende Ersatzteile verlängert wird. Hierdurch wird die MDT der Komponenten so klein als möglich gehalten.
- Die MDT der einzelnen Komponenten beträgt 4 h. Die MDT des Systems wird berechnet aus der MDT der einzelnen Komponenten und aus der Struktur des Systems.
- Die MTBF der Komponenten erfüllt die Norm SN 29500. Diese Norm entspricht der Norm MIL–HDBK 217–F.
- Die Berechnungen werden mit der Diagnose–Abdeckung jeder einzelnen Komponente durchgeführt.
- Als CCF–Faktor wird ein Wert zwischen 0,2 % und 2 % angenommen, abhängig von der Konfiguration des Systems.

Common Cause Failure (CCF)

Ein Common Cause Failure (CCF) ist ein Fehler, der von einem oder mehreren Ereignissen hervorgerufen wird, die gleichzeitige Fehler von zwei oder mehr getrennten Kanälen oder Komponenten in einem System verursachen. Ein CCF führt zum Ausfall des Systems.

Ein Common Cause Failure kann durch einen der folgenden Faktoren verursacht werden:

- Temperatur
- Feuchtigkeit
- Korrosion
- Vibration und Schock
- EMV–Belastung
- Elektrostatische Entladung
- Interferenz mit Radiowellen
- Unerwartete Abfolge von Ereignissen
- Bedienfehler

Der CCF–Faktor gibt das Verhältnis an zwischen der Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines CCF und der Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines beliebigen Fehlers.

CCF–Faktoren liegen typisch zwischen 2 % und 0,2 % bei einem System aus gleichen Komponenten und zwischen 1 % und 0,1 % bei einem System aus verschiedenen Komponenten.

Im Gültigkeitsbereich der IEC 61508 wird für MTBF–Berechnungen ein CCF–Faktor zwischen 0,02 % und 5 % verwendet.

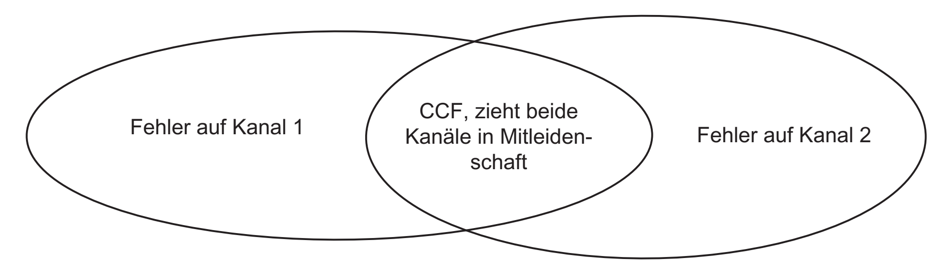


Bild A-3 Common Cause Failure (CCF)

Zuverlässigkeit einer S7–400H

Der Einsatz redundanter Baugruppen verlängert die MTBF eines Systems um einen großen Faktor. Durch den hochwertigen Selbsttest und die Test– und Auskunftsfunktionen, die in die CPUs der S7–400H integriert sind, werden nahezu alle Fehler erkannt und lokalisiert. Die berechnete Diagnoseabdeckung liegt bei ca. 90 %.

Die Zuverlässigkeit im Einzelbetrieb wird durch die zugehörige Fehlerrate beschrieben. Die Fehlerrate wird für alle S7-Komponenten nach der Norm SN29500 berechnet.

Die Zuverlässigkeit im redundanten Betrieb wird durch die Fehlerrate der beteiligten Komponenten beschrieben. Diese wird im Weiteren MTBF genannt. Diejenigen Kombinationen ausgefallener Komponenten, die einen Systemausfall verursachen werden durch Markov Modelle beschrieben und berechnet. Bei der Berechnung der System-MTBF werden die Diagnoseabdeckung und der Common Cause Faktor berücksichtigt.

Verfügbarkeit

Verfügbarkeit ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein System zu einem vorgegebenen Zeitpunkt funktionsfähig ist. Sie kann durch Redundanz erhöht werden, z.B. durch Einsatz redundanter E/A–Baugruppen oder durch Verwendung von mehrfachen Gebern an der gleichen Mess–Stelle. Die redundanten Komponenten werden so angeordnet, dass durch den Ausfall einer Komponente die Funktionsfähigkeit des Systems nicht beeinflusst wird. Auch hier ist eine detaillierte Diagnoseanzeige ein wesentliches Element der Verfügbarkeit.

Die Verfügbarkeit eines Systems wird in Prozent ausgedrückt. Sie wird bestimmt durch die mittlere Betriebszeit zwischen zwei Ausfällen MTBF und die mittlere Reparaturzeit MTTR (MDT). Für ein zweikanaliges (1von2) H–System kann die Verfügbarkeit mit folgender Formel berechnet werden:

$$V = \frac{MTBF_{1v2}}{MTBF_{1v2} + MDT} 100\%$$

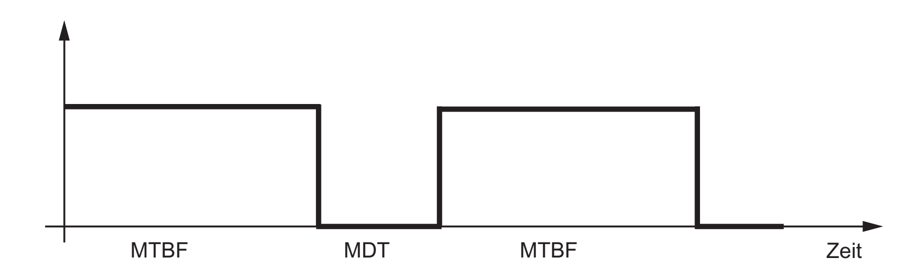


Bild A-4 Verfügbarkeit

A.2 MTBF–Vergleich ausgewählter Konfigurationen

In den folgenden Abschnitten werden Systeme mit zentraler Peripherie bzw. mit dezentraler Peripherie verglichen.

Folgende Randbedingungen sind für die Berechnung gesetzt.

- MDT (Mean Down Time) 4 Stunden
- Umgebungstemperatur 40 Grad
- Pufferspannnung ist gewährleistet

A.2.1 Systemkonfigurationen mit redundanter CPU 417-4H

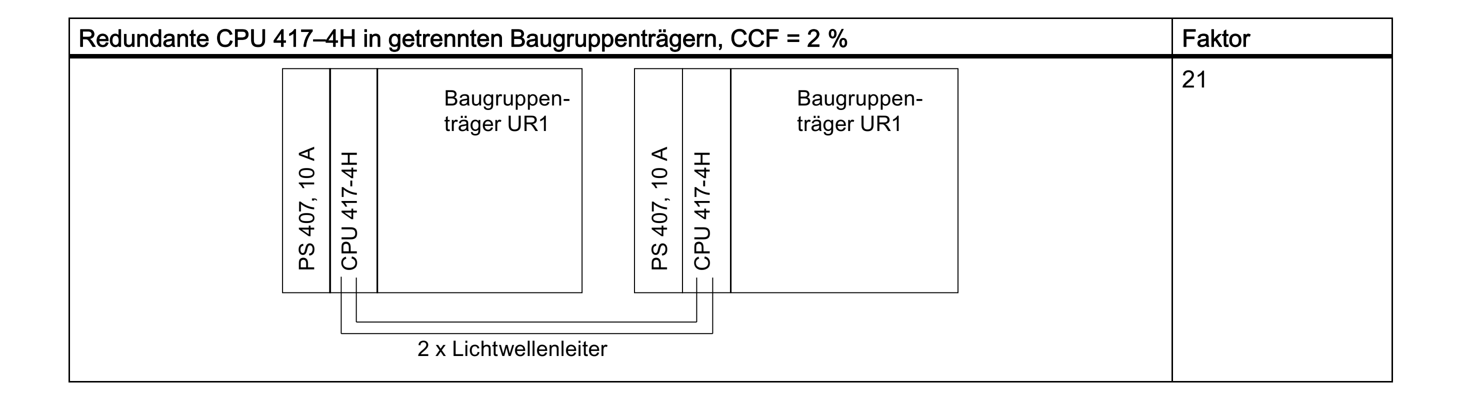
Das folgende System mit einer CPU (z. B. CPU 417–4H) im Einzelbetrieb dient als Basis zur Berechnung eines Vergleichsfaktors, der das Vielfache der System-MTBF der anderen Systeme mit zentraler Peripherie im Vergleich zur Basis angibt.

Hochverfügbare CPU im Einzelbetrieb

Hochverfügbare CPU im Einzelbetrieb (z. B. CPU 417–4H)	Faktor
	1

Redundante CPUs in verschiedenen Baugruppenträgern

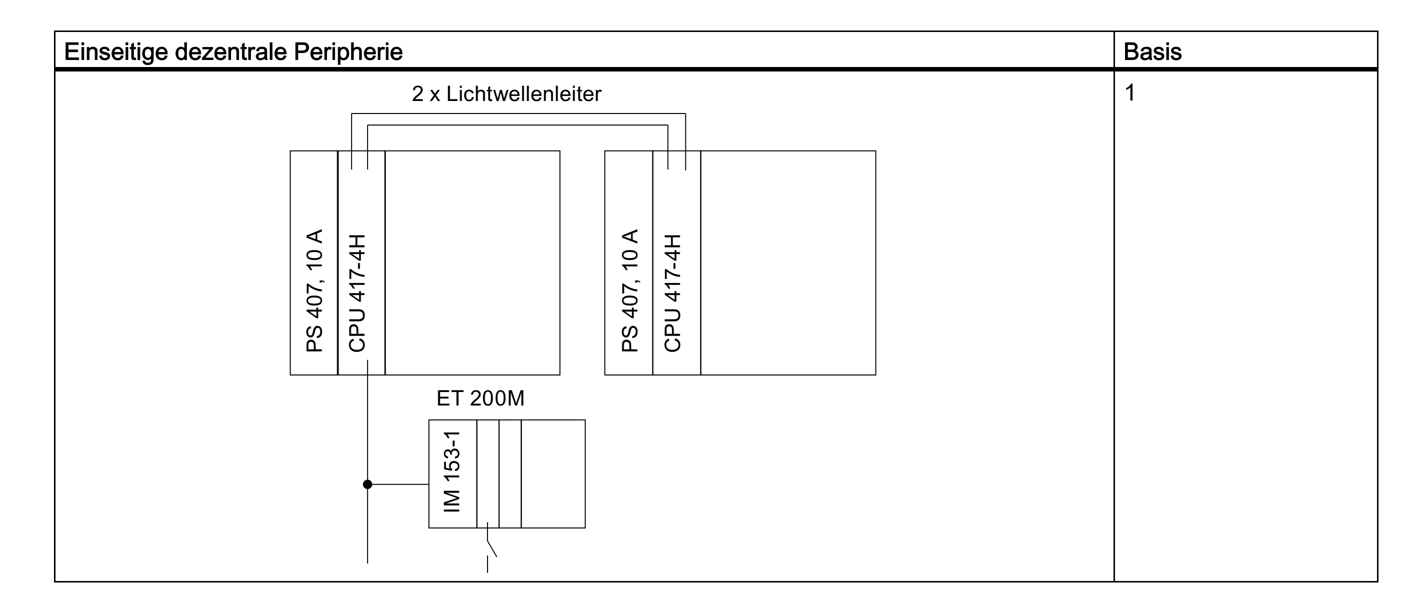
Redundante CPU 417–4H im geteilten Baugruppenträger, CCF = 2 %	Faktor
	20

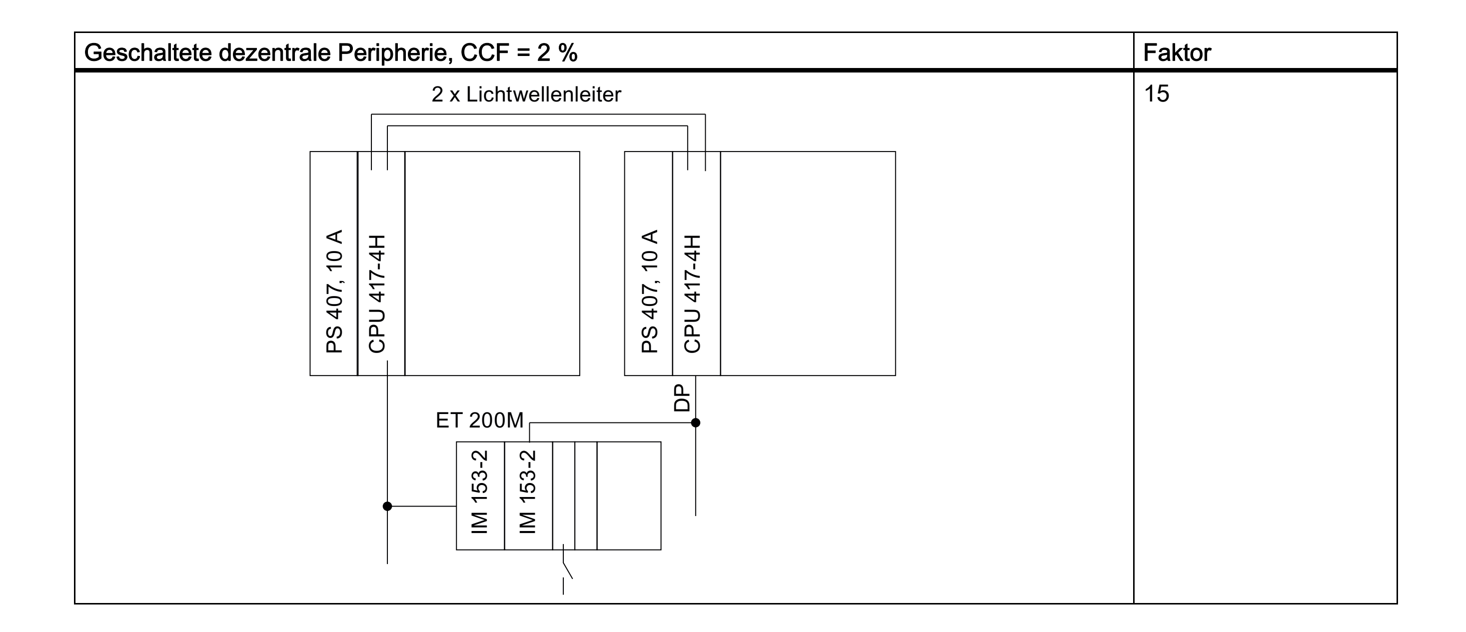
Redundante CPU 417–4H in getrennten Baugruppenträgern, CCF = 2 %	Faktor
	21

A.2.2 Systemkonfigurationen mit dezentraler Peripherie

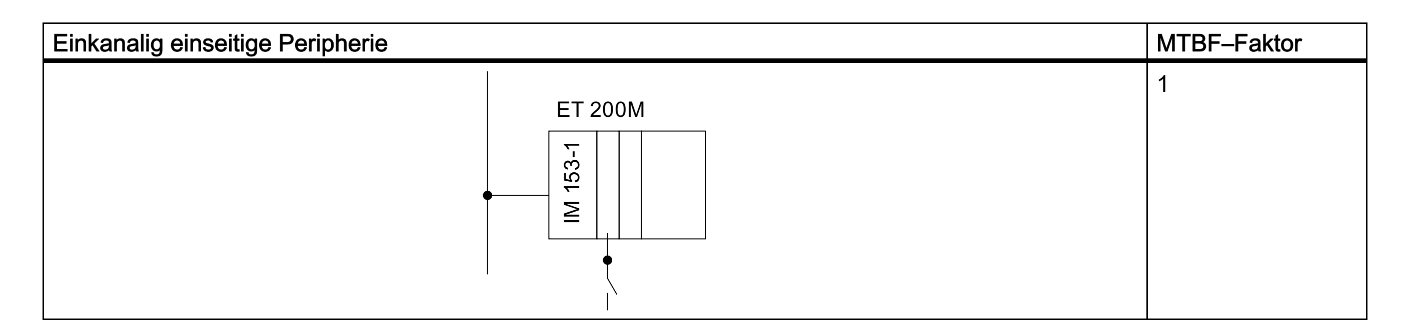
Das folgende System mit zwei hochverfügbaren CPUs 417–4H und einseitiger Peripherie dient als Basis zur Berechnung eines Vergleichsfaktors, der das Vielfache der Verfügbarkeit der anderen Systeme mit dezentraler Peripherie im Vergleich zur Basis angibt.

Redundante CPUs mit einkanalig einseitiger bzw. geschalteter Peripherie

Einseitige dezentrale Peripherie	Basis
	1

Geschaltete dezentrale Peripherie, CCF = 2 %	Faktor
	15

Redundante CPUs mit redundanter Peripherie

Einkanalig einseitige Peripherie	MTBF–Faktor
	1

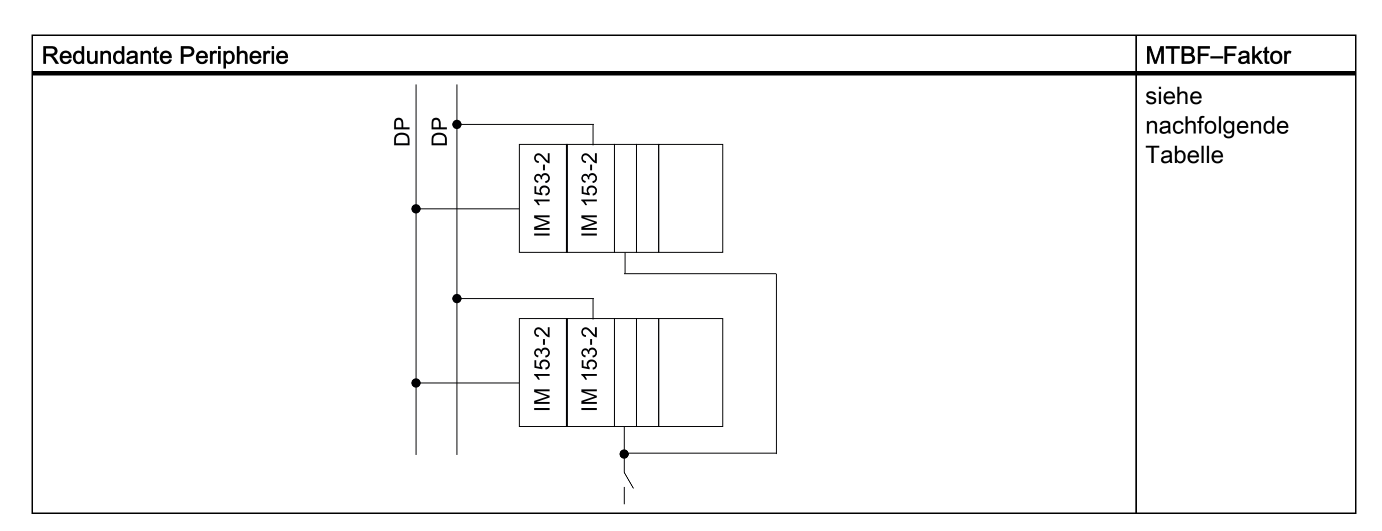
Redundante Peripherie	MTBF–Faktor
	siehe nachfolgende Tabelle

Tabelle A–1 MTBF–Faktoren der redundanten Peripherie

Baugruppe	MLFB	MTBF–Faktor CCF = 1 %	MTBF–Faktor CCF = 0,2 %
Digitaleingabebaugruppen dezentral			
DI 24xDC24V	6ES7 326–1BK00–0AB0	100	500
DI 8xNAMUR [EEx ib]	6ES7 326–1RF00–0AB0	100	500
DI16xDC24V, Alarm	6ES7 321–7BH00–0AB0	4	4
Analogeingabebaugruppen dezentral			
AI 6x13Bit	6ES7 336–1HE00–0AB0	100	500
AI8x12Bit	6ES7 331–7KF02–0AB0	5	5
Digitalausgabebaugruppen dezentral			
DO 10xDC24V/2A	6ES7 326–2BF00–0AB0	100	500
DO8xDC24V/2A	6ES7 322–1BF01–0AA0	3	4
DO32xDC24V/0.5A	6ES7 322–1BL00–0AA0	3	4

Zusammenfassung

Mehrere Tausend redundanter Automatisierungssysteme sind in unterschiedlichen Konfigurationen im Einsatz. Für die Berechnungen der MTBF wurde von einer durchschnittlichen Konfiguration ausgegangen.

Ausgehend von den Erfahrungen aus dem Feld ist die Annahme einer MTBF von 3000 Jahren zu 95% verlässlich.

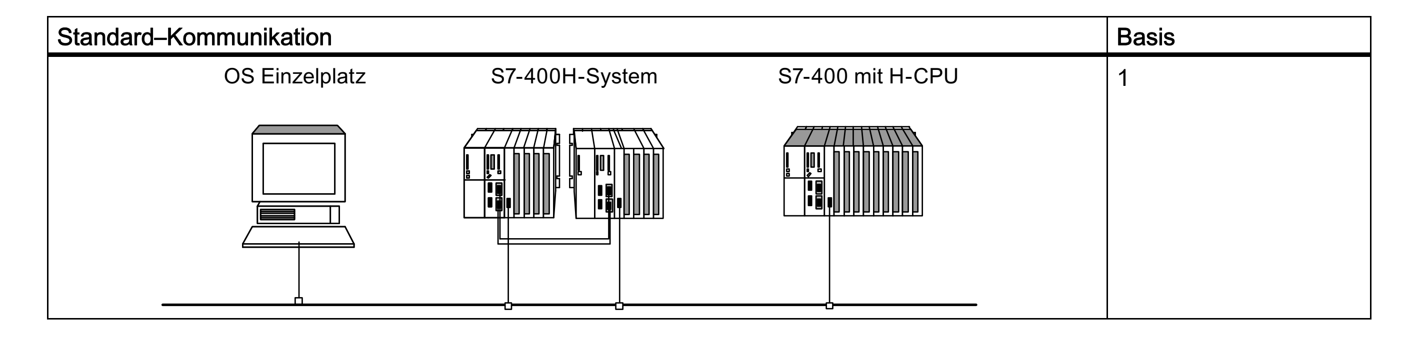
Der errechnete System-MTBF-Wert beträgt für eine Systemkonfiguration mit redundanter CPU 417-4H ca. 230 Jahre.

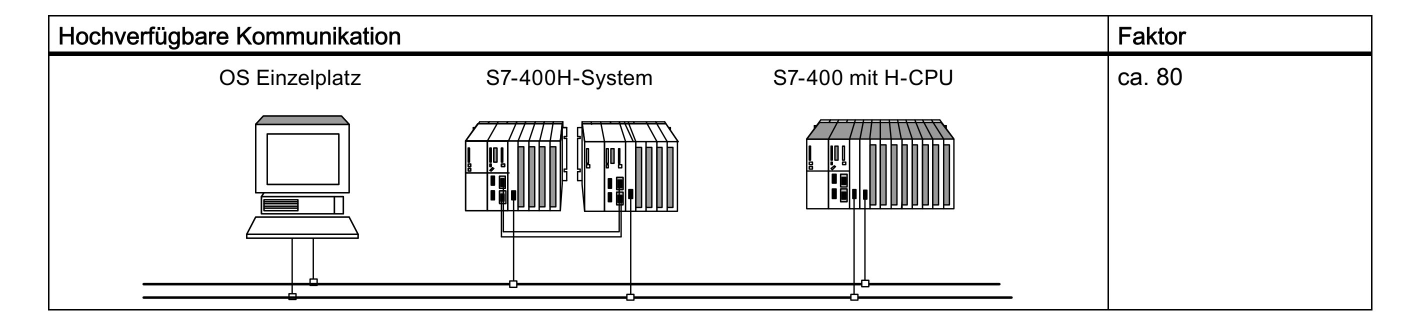
A.2.3 Vergleich von Systemkonfigurationen mit Standard– bzw. hochverfügbarer Kommunikation

Folgender Abschnitt zeigt den Vergleich zwischen Standard– und hochverfügbarer Kommunikation für eine Konfiguration aus einem H–System, einer H–CPU im Einzelbetrieb und einer einkanaligen OS.

Beim Vergleich wurden nur die Kommunikationskomponenten CP und Kabel berücksichtigt.

Systeme mit Standard– bzw. hochverfügbarer Kommunikation

Standard–Kommunikation	Basis
	1

Hochverfügbare Kommunikation	Faktor
	ca. 80

Einzelbetrieb

B

Übersicht

Der vorliegende Anhang gibt Ihnen die für den Einzelbetrieb einer H–CPU (CPU 414–4H oder CPU 417–4H) notwendigen Informationen. Nachfolgend erfahren Sie,

- wie der Einzelbetrieb definiert ist
- wann der Einzelbetrieb erforderlich ist
- was Sie beim Einzelbetrieb beachten müssen
- wie sich die H–spezifischen LEDs verhalten
- wie Sie eine H–CPU für den Einzelbetrieb projektieren
- wie Sie sie zu einem H–System erweitern können

Die Unterschiede zu einer Standard–S7–400–CPU, die Sie beim Projektieren und Programmieren der H–CPU beachten müssen, finden Sie im Anhang Unterschiede zwischen hochverfügbaren und Standard-Systemen (Seite 341).

Definition

Unter Einzelbetrieb versteht man den Einsatz einer H–CPU in einer Standard SIMATIC–400–Station.

Gründe für den Einzelbetrieb

Die folgenden Anwendungen sind nur mit einer H–CPU möglich, also nicht mit den Standard–CPUs aus dem S7–400–Spektrum.

- Einsatz hochverfügbarer Verbindungen
- Aufbau des fehlersicheren Automatisierungssystems S7–400F

  Ein fehlersicheres Anwenderprogramm kann nur beim Einsatz der H–CPU mit F–Runtime–Lizenz ablauffähig übersetzt werden (Genaueres siehe Handbuch *Automatisierungssysteme S7–400F und S7–400FH*).

Hinweis

Der Selbsttest der H–CPU wird auch im Einzelbetrieb durchgeführt.

Was Sie beim Einzelbetrieb einer H–CPU beachten müssen

ACHTUNG
Beim Einzelbetrieb einer H–CPU dürfen keine Synchronisationsmodule gesteckt sein. Als Baugruppenträgernummer muss "0" eingestellt sein.

Eine H–CPU verfügt gegenüber einer Standard–S7–400–CPU über zusätzliche Funktionen, aber sie unterstützt bestimmte Funktionen nicht. Vor allem bei der Programmierung Ihres Automatisierungssystems müssen Sie daher wissen, auf welcher CPU Ihr Anwenderprogramm ablaufen soll. Ein Anwenderprogramm, das Sie für eine Standard–S7–400–CPU erstellt haben, wird also in der Regel nicht ohne Anpassungen auf einer H–CPU im Einzelbetrieb ablaufen.

In der folgenden Tabelle werden die Unterschiede zwischen dem Einzelbetrieb und dem redundanten Betrieb einer H–CPU aufgelistet.

Tabelle B–1 Unterschiede zwischen Einzelbetrieb und redundantem Betrieb

Funktion	H–CPU im Einzelbetrieb	H–CPU im Systemzustand Redundant
Anbindung von S5–Baugruppen über IM oder Adaptionskapsel	über die IM 463–2	nein
Redundanzfehler–OBs (OB70, OB72)	ja, jedoch keine Aufrufe	ja
CPU–Hardwarefehler (OB 84)	nach der Erkennung und Beseitigung von Speicherfehlern	nach der Erkennung und Beseitigung von Speicherfehlern bei verminderter Leistung der Redundanzkopplung zwischen beiden CPUs
SZL–ID W#16#0232 Index W#16#0004 Byte 0 des Wortes "index" im Datensatz	W#16#F8	Solobetrieb: W#16#F8 oder W#16#F9 Redundant: W#16#F8 und W#16#F1 oder W#16#F9 und W#16#F0
Multi–DP–Masterbetrieb	ja	nein
Anlagenänderung im laufenden Betrieb	ja, so wie im Handbuch "Anlagenänderungen im laufenden Betrieb mittels CIR" beschrieben.	ja, so wie in Kapitel Ausfall und Tausch von Komponenten im laufenden Betrieb (Seite 191) für den redundanten Betrieb beschrieben

H–spezifische LEDs

Die LEDs REDF, IFM1F, IFM2F, MSTR, RACK0 und RACK1 zeigen im Einzelbetrieb das in folgender Tabelle angegebene Verhalten.

LED	Verhalten
REDF	dunkel
IFM1F	dunkel
IFM2F	dunkel
MSTR	leuchtet
RACK0	leuchtet
RACK1	dunkel

Projektieren des Einzelbetriebs

Voraussetzung: In der H–CPU darf kein Synchronisationsmodul stecken.

Vorgehen:

1. Fügen Sie in Ihr Projekt eine SIMATIC–400 Station ein.
2. Konfigurieren Sie die Station mit der H–CPU entsprechend Ihrem Hardwareaufbau. Für den Einzelbetrieb müssen Sie die H–CPU in einen Standard–Baugruppenträger einfügen (Einfügen > Station > S7–400–Station im SIMATIC Manager).
3. Parametrieren Sie die H–CPU. Sie können die Default–Werte verwenden oder die notwendigen Parameter anpassen.
4. Projektieren Sie die erforderlichen Netze und Verbindungen. Für den Einzelbetrieb können Sie Verbindungen vom Typ "S7–Verbindung hochverfügbar" projektieren.

Hilfe zu dem Vorgehen finden Sie in den Hilfethemen des SIMATIC Managers.

Erweitern zu einem H–System

⚠ WARNUNG
Die Erweiterung zu einem H–System ist nur dann möglich, wenn Sie im Einzelbetrieb keine ungeraden Nummern für Erweiterungsgeräte vergeben haben.

Wenn Sie die H–CPU später zu einem H–System erweitern wollen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Öffnen Sie ein neues Projekt und fügen Sie eine H–Station ein.
2. Kopieren Sie den kompletten Baugruppenträger aus der Standard SIMATIC–400 Station und fügen Sie Ihn zweimal in die H–Station ein.
3. Fügen Sie die erforderlichen Subnetze ein.
4. Kopieren Sie bei Bedarf die DP–Slaves aus dem alten Projekt des Einzelbetriebs in die H–Station um.
5. Projektieren Sie die Kommunikationsverbindungen neu.
6. Führen Sie ggf. erforderliche Änderungen durch, z.B. Einfügen von einseitiger Peripherie.

Das Vorgehen beim Projektieren ist in der Online–Hilfe beschrieben.

Betriebsart einer H–CPU ändern

Um die Betriebsart einer H–CPU zu ändern gehen Sie unterschiedlich vor, je nachdem, in welche Betriebsart Sie wechseln wollen und welche Baugruppenträgernummer für die CPU projektiert wurde:

Wechsel von Redundanzbetrieb auf Einzelbetrieb

1. Ziehen Sie die Synchronisationsmodule
2. Bauen Sie die CPU aus
3. Stellen Sie auf der CPU die Baugruppenträgernummer 0 ein.
4. Bauen Sie die CPU ein
5. Laden Sie ein Projekt in die CPU, in dem sie für den Einzelbetrieb projektiert ist.

Wechsel von Einzelbetrieb auf Redundanzbetrieb, Baugruppenträgernummer 0

1. Stecken Sie die Synchronisationsmodule in die CPU.
2. Führen Sie entweder ein ungepuffertes Netz Ein durch, z. B. durch Ziehen und Stecken der CPU oder laden Sie ein Projekt in die CPU, in dem sie für den Redundanzbetrieb projektiert ist.

Wechsel von Einzelbetrieb auf Redundanzbetrieb, Baugruppenträgernummer 1

1. Stellen Sie auf der CPU die Baugruppenträgernummer 1 ein.
2. Bauen Sie die CPU ein
3. Stecken Sie die Synchronisationsmodule in die CPU.

Anlagenänderungen im laufenden Betrieb im Einzelbetrieb

Mit einer Anlagenänderung im laufenden Betrieb ist es auch im Einzelbetrieb einer H–CPU möglich, bestimmte Konfigurationsänderungen im RUN durchzuführen. Die Vorgehensweise entspricht der Vorgehensweise bei einer Standard–CPU. Dabei wird die Prozessbearbeitung für höchstens 2,5 Sekunden (parametrierbar) angehalten. Während dieser Zeit behalten die Prozessausgänge ihren aktuellen Wert. Insbesondere in verfahrenstechnischen Anlagen hat dies praktisch keine Auswirkungen auf den Prozess. Siehe auch Handbuch *"Anlagenänderungen im laufenden Betrieb mittels CiR"*

Eine Anlagenänderung im laufenden Betrieb ist nur bei Dezentraler Peripherie möglich. Es setzt die im folgenden Bild dargestellte Konfiguration voraus. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird nur ein einziges DP–Mastersystem und nur ein einziges PA–Mastersystem dargestellt.

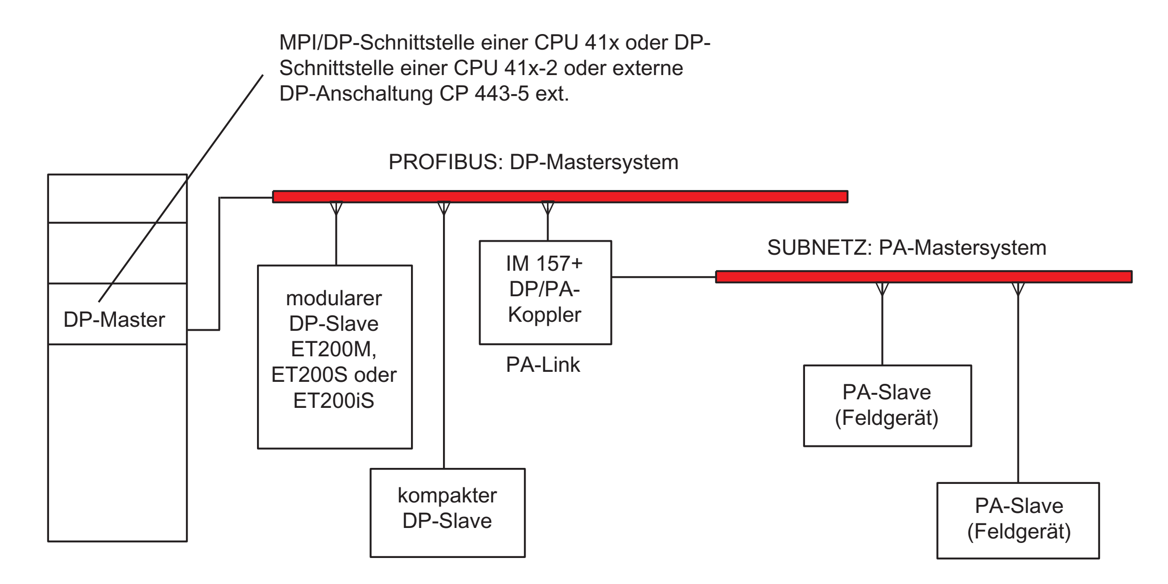


Bild B-1 Übersicht: Systemstruktur für Anlagenänderungen im laufenden Betrieb

Hardware–Voraussetzungen Anlagenänderungen im laufenden Betrieb

Um eine Anlagenänderung im laufenden Betrieb durchführen zu können, müssen folgende Hardware–Voraussetzungen bereits bei der Inbetriebnahme erfüllt sein:

- Einsatz einer S7 400–CPU
- S7 400 H–CPU nur im Einzelbetrieb
- Falls Sie eine CP 443–5 extended einsetzen dann muss diese mindestens den Firmware–Stand V5.0 aufweisen.
- Falls Sie Baugruppen bei ET 200M hinzufügen wollen: Einsatz der IM 153–2 ab MLFB 6ES7 153–2BA00–0XB0 oder der IM 153–2FO ab MLFB 6ES7 153–2BB00–0XB0. Darüber hinaus müssen Sie die ET 200M mit aktivem Rückwandbus mit freiem Platz für die geplante Erweiterung aufbauen. Die ET 200M müssen Sie derart einbinden, dass sie sich gemäß IEC 61158 verhält.
- Falls Sie ganze Stationen hinzufügen wollen: Halten Sie die entsprechenden Stecker, Repeater, etc vor.
- Falls Sie PA–Slaves (Feldgeräte) hinzufügen wollen: Einsatz der IM 157 ab MLFB 6ES7 157–0AA82–0XA00 im zugehörigen DP/PA-Link.

Hinweis

Sie können Komponenten, die Anlagenänderungen im laufenden Betrieb beherrschen, und solche, die es nicht beherrschen, beliebig mischen. Je nach gewählter Konfiguration ergeben sich Einschränkungen, bei welchen Komponenten Sie Anlagenänderungen im laufenden Betrieb durchführen können.

Software–Voraussetzungen Anlagenänderungen im laufenden Betrieb

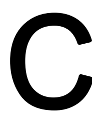
Um eine Anlagenänderung im laufenden Betrieb durchführen zu können, muss das Anwenderprogramm so geschrieben sein, dass z. B. Stationsausfälle oder Baugruppenstörungen nicht zum CPU–STOP führen.

Zulässige Anlagenänderungen: Übersicht

Im laufenden Betrieb können Sie folgende Anlagenänderungen durchführen:

- Baugruppen bzw. Module bei den modularen DP–Slaves ET 200M, ET 200S, ET 200iS hinzufügen, sofern sie sich gemäß IEC 61158 verhalten
- Bisher unbenutzte Kanäle in einer Baugruppe bzw. in einem Modul bei den modularen Slaves ET 200M, ET 200S, ET 200iS nutzen
- DP–Slaves zu einem bestehenden DP–Mastersystem hinzufügen.
- PA–Slaves (Feldgeräten) zu einem bestehenden PA–Mastersytem hinzufügen
- DP/PA–Kopplern hinter einer IM 157 hinzufügen
- PA–Links (inklusive PA–Mastersysteme) zu einem bestehenden DP–Mastersystemhinzufügen.
- Hinzugefügte Baugruppen einem Teilprozessabbild zuordnen.
- Peripheriebaugruppen umparametrieren, z. B. die Wahl anderer Alarmgrenzen
- Änderungen rückgängig machen: Hinzugefügte Baugruppen, Module, DP–Slaves und PA–Slaves (Feldgeräte) können wieder entfernt werden.

Umstieg von S5-H nach S7-400H



Dieser Anhang hilft ihnen, auf hochverfügbare S7–Systeme umzusteigen, wenn Sie bereits die hochverfügbaren Systeme der S5–Familie kennen.

Für den Umstieg von S5–H nach S7–400H sind prinzipiell Kenntnisse der Projektiersoftware STEP 7 erforderlich.

C.1 Allgemeines

Dokumentation

Für die Einarbeitung in die Basissoftware STEP7 stehen folgende Handbücher zur Verfügung:

- *Hardware konfigurieren und Verbindungen projektieren mit STEP 7*
- *Programmieren mit STEP 7*

Für die Beschreibung der einzelnen Programmiersprachen gibt es die folgenden Referenzhandbücher.

- *System– und Standardfunktionen*
- AWL, KOP, FUP für S7–300/400

Das Handbuch *Von S5 nach S7* unterstützt Sie beim Umstieg und gibt Ihnen detaillierte Informationen.

C.2 Projektierung, Programmierung und Diagnose

Projektierung

Die Projektierung erfolgte in STEP 5 mit einem eigenen Projektierpaket z. B. COM 155H.

In STEP 7 wird für die Projektierung der hochverfügbaren CPUs die Basissoftware verwendet. Mit Hilfe des SIMATIC Managers richten Sie eine H–Station ein, die Sie mit HW–Konfig projektieren. Die Besonderheiten der hochverfügbaren CPUs sind in wenigen Registern zusammengefaßt. Die Einbindung in Netzwerke und die Projektierung von Verbindungen wird mit NetPro durchgeführt.

Diagnose und Programmierung

Fehlerdiagnose ist bei der S5 mit Hilfe des Fehlerdatenbausteins realisiert, in den das System alle Fehler einträgt. Bei jedem Eintrag wird automatisch der Fehler OB 37 gestartet. Weitere Informationen wurden im H–Merkerwort hinterlegt.

Das H–Merkerwort setzt sich zusammen aus einem Statusbyte und einem Steuerbyte. Die Steuerinformationen können im STEP 5–Anwenderprogramm bitweise gesetzt werden.

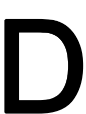
In STEP 7 erfolgt die Systemdiagnose über den Diagnosepuffer oder durch Auslesen sogenannter Teillisten aus der Systemzustandsliste (Die für H–Systeme spezifischen Informationen befinden sich beispielsweise in der SZL71). Diese Abfrage kann mit Hilfe des PGs oder aus dem Anwenderprogramm mit der SFC 51 "RDSYSST" durchgeführt werden.

Für Peripherie–Redundanzverlust steht der OB 70 und für CPU–Redundanzverlust steht der OB 72 zur Verfügung.

Die Funktion des Steuerbytes wird in STEP 7 über die SFC 90 "H_CTRL" realisiert.

Thema bei S5	Gegenpart bei S7
Fehler OB37	Fehler OBs OB 70 und OB 72
Merkersteuerwort	SFC 90 "H_CTRL"
Merkerstatuswort	SZL71
Fehlerdatenbaustein	Diagnosepuffer

Unterschiede zwischen hochverfügbaren und Standard-Systemen



Bei der Projektierung und Programmierung eines hochverfügbaren Automatisierungssystems mit H–CPUs sind einige Unterschiede zu den Standard–S7–400–CPUs zu beachten. Einerseits verfügt eine H–CPU gegenüber einer Standard–S7–400–CPU über zusätzliche Funktionen, andererseits unterstützt eine H–CPU bestimmte Funktionen nicht. Dies ist insbesondere dann zu beachten, wenn Sie ein Programm, das für eine Standard–S7–400–CPU erstellt wurde, auf einer H–CPU ablaufen lassen wollen.

Im folgenden sind die Punkte zusammengefasst, in denen sich die Programmierung von hochverfügbaren und Standard–Systemen unterscheidet. Weitere Unterschiede finden Sie im Anhang Einzelbetrieb (Seite 333).

Wenn Sie in Ihrem Anwenderprogramm einen der betroffenen Aufrufe (OBs und SFCs) verwenden, müssen Sie Ihr Programm entsprechend anpassen.

Zusätzliche Funktionen der H–Systeme

Funktion	Zusätzliche Programmierung
Redundanzfehler–OBs	• Peripherie–Redundanzfehler–OB (OB 70) • CPU–Redundanzfehler–OB (OB 72) Detailinformationen finden Sie im Referenzhandbuch *System– und Standardfunktionen*.
CPU–Hardwarefehler	Auch bei verminderter Leistung der Redundanzkopplung zwischen den beiden CPUs wird der OB 84 aufgerufen.
Zusatzinformation in OB–Startinformation und in Diagnosepuffereinträgen	Die Baugruppenträger–Nr. und die CPU (Master/Reserve) werden angegeben. Diese Zusatzinformation können Sie im Programm auswerten.
SFC für H–Systeme	Mit der SFC 90 "H_CTRL" können Sie Abläufe bei H–Systemen beeinflussen.
Hochverfügbare Kommunikationsverbindungen	Hochverfügbare Verbindungen werden projektiert, es ist keine zusätzliche Programmierung erforderlich. Beim Einsatz von hochverfügbaren Verbindungen können Sie die SFBs für projektierte Verbindungen benutzen.
Selbsttest	Der Selbsttest wird automatisch durchgeführt, es ist keine zusätzliche Programmierung erforderlich,
Hochwertiger RAM–Test	Nach ungepuffertem NETZ EIN führt die H–CPU einen hochwertigen RAM–Test durch.
Geschaltete Peripherie	Keine zusätzliche Programmierung erforderlich, siehe Kapitel Einsatz von einkanalig geschalteter Peripherie (Seite 125).

Funktion	Zusätzliche Programmierung
Information in der Systemzustandsliste	• Über die Teilliste mit der SZL–ID W#16#0019 erhalten Sie auch Datensätze für die H–spezifischen LEDs. • Über die Teilliste mit der SZL–ID W#16#0222 erhalten Sie auch Datensätze für die Redundanzfehler–OBs. • Über die Teilliste mit der SZL–ID W#16#xy71 erhalten Sie Informationen über den aktuellen Zustand des H–Systems. • Über die Teilliste mit der SZL–ID W#16#0174 erhalten Sie auch Datensätze für die H–spezifischen LEDs. • Über die Teilliste mit der SZL–ID W#16#xy75 erhalten Sie Auskunft über den Zustand der Kommunikation zwischen dem H–System und geschalteten DP–Slaves.
Überwachungen beim Aufdaten	Das Betriebssystem überwacht die folgenden vier projektierbaren Zeiten: • Maximale Zykluszeitverlängerung • Maximale Kommunikationsverzögerung • Maximale Sperrzeit für Prioritätsklassen > 15 • Minimale Peripheriehaltezeit Dafür ist keine zusätzliche Programmierung erforderlich. Genaueres siehe Kapitel Ankoppeln und Aufdaten (Seite 95).
SZL–ID W#16#0232 Index W#16#0004 Byte 0 des Wortes "index" im Datensatz	H-CPU im Einzelbetrieb: W#16#F8 H-CPU im Solo–Betrieb: W#16#F8 oder W#16#F9 H–CPU im redundanten Betrieb: W#16#F8 und W#16#F1 oder W#16#F9 und W#16#F0

Einschränkungen bei der H–CPU gegenüber der Standard–CPU

Funktion	Einschränkung bei der H–CPU
Wiederanlauf	Ein Wiederanlauf ist nicht möglich. Der OB 101 wird nicht unterstützt
Multicomputing	Multicomputing ist nicht möglich. OB 60 und SFC 35 werden nicht unterstützt,
Anlauf ohne geladene Projektierung	Ein Anlauf ohne geladene Projektierung ist nicht möglich.
Hintergrund–OB	OB 90 wird nicht unterstützt.
Multi–DP–Masterbetrieb	Die H–CPUs unterstützen den Multi–DP–Masterbetrieb in der Betriebsart REDUNDANT nicht.
Querverkehr für DP–Slaves	In STEP 7 nicht projektierbar
Äquidistanz für DP–Slaves	keine Äquidistanz für DP–Slaves im H–System
Synchronisation von DP–Slaves	Die Synchronisation von DP–Slave–Gruppen ist nicht möglich. Die SFC 11 "DPSYC_FR" wird nicht unterstützt.
Deaktivieren und Aktivieren von DP–Slaves	Das Deaktivieren und Aktivieren von DP–Slaves ist nicht möglich. Die SFC 12 "D_ACT_DP" wird nicht unterstützt.
Stecken von DP–Modulen in die Modulschächte für Interface–Module	Nicht möglich. Die Modulschächte sind nur für die Synchronisationsmodule vorgesehen.

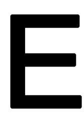
Funktion	Einschränkung bei der H–CPU
Laufzeitverhalten	Die Befehlsausführungszeit ist bei einer CPU 41x–4H geringfügig höher als bei der entsprechenden Standard–CPU (siehe *Operationsliste S7–400* und *Operationsliste S7-400H*). Dies ist bei allen zeitkritischen Anwendungen zu berücksichtigen. Ggf. müssen Sie die Zyklusüberwachungszeit erhöhen.
DP–Zykluszeit	Die DP–Zykluszeit ist bei einer CPU 41x–4H geringfügig höher als bei der entsprechenden Standard–CPU
Verzögerungen und Sperren	Beim Aufdaten werden • die asynchronen SFCs für Datensätze negativ quittiert • Meldungen verzögert • alle Prioritätsklassen bis 15 zunächst verzögert • Kommunikationsaufträge abgelehnt bzw. verzögert • schließlich alle Prioritätsklassen gesperrt. Genaueres siehe Kapitel 7.
Verwendung symbolbezogener Meldungen (SCAN)	Die Verwendung symbolbezogener Meldungen ist nicht möglich.
Globaldaten–Kommunikation	GD–Kommunikation ist nicht möglich (weder zyklisch noch durch Aufruf der Systemfunktionen SFC 60 "GD_SND" und SFC 61 "GD_RCV")
S7–Basiskommunikation	Kommunikationsfunktionen (SFCs) für die Basiskommunikation werden nicht unterstützt.
Offene Bausteinkommunikation	Offene Bausteinkommunikation wird von der S7-400H nicht unterstützt.
S5–Anbindung	Eine Anbindung von S5–Baugruppen über Adaptionskapsel ist nicht möglich. Eine Anbindung von S5–Baugruppen über IM 463–2 ist nur im Einzelbetrieb möglich.
CPU als DP–Slave	Nicht möglich
Einsatz der SFC49 "LGC_GADR"	Sie betreiben ein Automatisierungssystem S7–400H im redundanten Betrieb. Falls Sie beim Aufruf der SFC49 im Parameter LADDR die logische Adresse einer Baugruppe eines geschalteten DP–Slaves angeben, wird im high byte des Parameters RACK die DP–Mastersystem–ID des aktiven Kanals geliefert. Falls kein aktiver Kanal existiert, wird die DP–Mastersystem–ID des zugehörigen DP–Mastersystems der Master–CPU ausgegeben.
Aufruf der SFC51 "RDSYSST" mit SZL_ID=W#16#xy91	Die Datensätze zu folgenden SZL–Teillisten sind mit der SFC51 "RDSYSST" nicht auslesbar: • SZL_ID=W#16#0091 • SZL_ID=W#16#0191 • SZL_ID=W#16#0291 • SZL_ID=W#16#0391 • SZL_ID=W#16#0991 • SZL_ID=W#16#0E91
Aufruf der SFC 70/71	Nicht möglich
Seriennummer der Memory Card auslesen	Nicht möglich

Funktion	Einschränkung bei der H–CPU
CPU in Auslieferungszustand zurücksetzen (Reset to factory setting)	Nicht möglich
Darensatz-Routing	Nicht möglich

Siehe auch

System– und Betriebszustände der S7–400H (Seite 81)

Einsetzbare Funktions- und Kommunikationsbaugruppen in S7-400H



Folgende Funktionsbaugruppen (FM) und Kommunikationsbaugruppen (CP) können Sie in ein Automatisierungssystem S7–400H einsetzen:

Zentral einsetzbare FMs und CPs

Baugruppe	Bestell–Nr.	Ausgabestand	einseitig	redundant
Zählerbaugruppe FM 450	6ES7 450–1AP00–0AE0	ab Erzeugnisstand 2	ja	nein
Funktionsbaugruppe FM 458-1 DP	6DD 1607-0AA1	Ab Firmware 1.1.0	ja	nein
	6DD 1607-0AA2	Ab Firmware 2.0.0	ja	nein
Kommunikationsbaugruppe CP441-1 (Punkt–zu–Punkt–Kopplung)	6ES7 441–1AA02–0AE0	ab Erzeugnisstand 2	ja	nein
	6ES7 441–1AA03–0AE0	ab Erzeugnisstand 1 mit Firmware V1.0.0		
	6ES7 441–1AA04–0AE0	ab Erzeugnisstand 1 mit Firmware V1.0.0		
	6ES7 441–2AA02–0AE0	ab Erzeugnisstand 2		
	6ES7 441–2AA03–0AE0	ab Erzeugnisstand 1 mit Firmware V1.0.0		
	6ES7 441–2AA04–0AE0	ab Erzeugnisstand 1 mit Firmware V1.0.0		
Kommunikationsbaugruppe CP441-2 (Punkt–zu–Punkt–Kopplung)	6ES7 441–2AA03–0AE0	ab Erzeugnisstand 1 mit Firmware V1.0.0	ja	nein
Kommunikationsbaugruppe CP443-1 Multi (Industrial Ethernet, TCP / ISO–Transport)	6GK7 443–1EX10–0XE0	ab Erzeugnisstand 1 mit Firmware V2.6.7	ja	ja
	6GK7 443–1EX11–0XE0	ab Erzeugnisstand 1 mit Firmware V2.6.7	ja	ja
Kommunikationsbaugruppe CP443-1 Multi (Industrial Ethernet ISO und TCP/IP, 2-Port-Switch) Ohne PROFINET IO und PROFINET CBA	6GK7 443–1EX20–0XE0	ab Erzeugnisstand 1 mit Firmware V1.0.26	ja	ja
	6GK7 443–1GX20–0XE0 Keine S7-Verbindungen über Gbit-Port erlaubt	ab Erzeugnisstand 3 mit Firmware V2.0	ja	ja
Kommunikationsbaugruppe CP443-5 Basic (PROFIBUS; S7–Kommunikation)	6GK7 443–5FX01–0XE0	ab Erzeugnisstand 1 mit Firmware V3.1	ja	ja

Baugruppe	Bestell–Nr.	Ausgabestand	einseitig	redundant
Kommunikationsbaugruppe CP443-5 Extended (PROFIBUS; Master am PROFIBUS DP) [1]	6GK7 443–5DX02–0XE0	ab Erzeugnisstand 2 mit Firmware V3.2.3	ja	ja
Kommunikationsbaugruppe CP443-5 Extended (PROFIBUS DPV1) [1] [2]	6GK7 443–5DX03–0XE0	ab Erzeugnisstand 2 mit Firmware V5.1.0	ja	ja
Kommunikationsbaugruppe CP443-5 Extended (PROFIBUS DPV1) [1] [2]	6GK7 443–5DX04–0XE0	ab Erzeugnisstand 1 mit Firmware V6.0	ja	ja

1) Nur diese Baugruppen dürfen als externe Masteranschaltung am PROFIBUS DP verwendet werden.

2) Diese Baugruppen unterstützen als externe DP–Masteranschaltung DPV1 (gemäß IEC 61158/ EN 50170).

Dezentral einseitig einsetzbare FMs und CPs

Hinweis

Sie dürfen alle für die ET 200M freigegebenen FMs und CPs bei der S7–400H dezentral einseitig einsetzen.

Dezentral geschaltet einsetzbare FMs und CPs

Baugruppe	Bestell–Nr.	Ausgabestand
Kommunikationsbaugruppe CP 341–1 (Punkt–zu–Punkt–Kopplung)	6ES7 341–1AH00–0AE0 6ES7 341–1BH00–0AE0 6ES7 341–1CH00–0AE0	ab Erzeugnisstand 3
	6ES7 341–1AH01–0AE0 6ES7 341–1BH01–0AE0 6ES7 341–1CH01–0AE0	ab Erzeugnisstand 1 mit Firmware V1.0.0
	6ES7 341–1AH02–0AE0 6ES7 341–1BH02–0AE0 6ES7 341–1CH02–0AE0	ab Erzeugnisstand 1 mit Firmware V2.0.0
Kommunikationsbaugruppe CP 342–2 (ASI–Bus–Anschaltung)	6GK7 342–2AH01–0XA0	ab Erzeugnisstand 1 mit Firmware V1.10
Kommunikationsbaugruppe CP 343–2 (ASI–Bus–Anschaltung)	6GK7 343–2AH00–0XA0	ab Erzeugnisstand 2 mit Firmware V2.03
Zählerbaugruppe FM 350–1	6ES7 350–1AH01–0AE0 6ES7 350–1AH02–0AE0	ab Erzeugnisstand 1
Zählerbaugruppe FM 350–2	6ES7 350–2AH00–0AE0	ab Erzeugnisstand 2
Reglerbaugruppe FM 355 C	6ES7 355–0VH10–0AE0	ab Erzeugnisstand 4
Reglerbaugruppe FM 355 S	6ES7 355–1VH10–0AE0	ab Erzeugnisstand 3
High Speed Boolean Processor FM 352–5	6ES7352–5AH00–0AE0	ab Erzeugnisstand 1 mit Firmware V1.0.0

Baugruppe	Bestell–Nr.	Ausgabestand
Reglerbaugruppe FM 355–2 C	6ES7 355–0CH00–0AE0	ab Erzeugnisstand 1 mit Firmware V1.0.0
Reglerbaugruppe FM 355–2 S	6ES7 355–0SH00–0AE0	ab Erzeugnisstand 1 mit Firmware V1.0.0

ACHTUNG

Einseitige bzw. geschaltete Funktions– und Kommunikationsbaugruppen werden im H–System

nicht synchronisiert, wenn sie paarweise vorhanden sind. Z. B. gleichen zwei FM 450, die jeweils einseitig betrieben werden, ihre Zählerstände **nicht** ab.

Verschaltungsbeispiele für redundante Peripherie



F.1 SM 321; DI 16 x DC 24 V, 6ES7 321–1BH02–0AA0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss zweier redundanter Geber an zwei SM 321; DI 16 x DC 24 V. Die Geber sind jeweils an Kanal 0 angeschlossen.

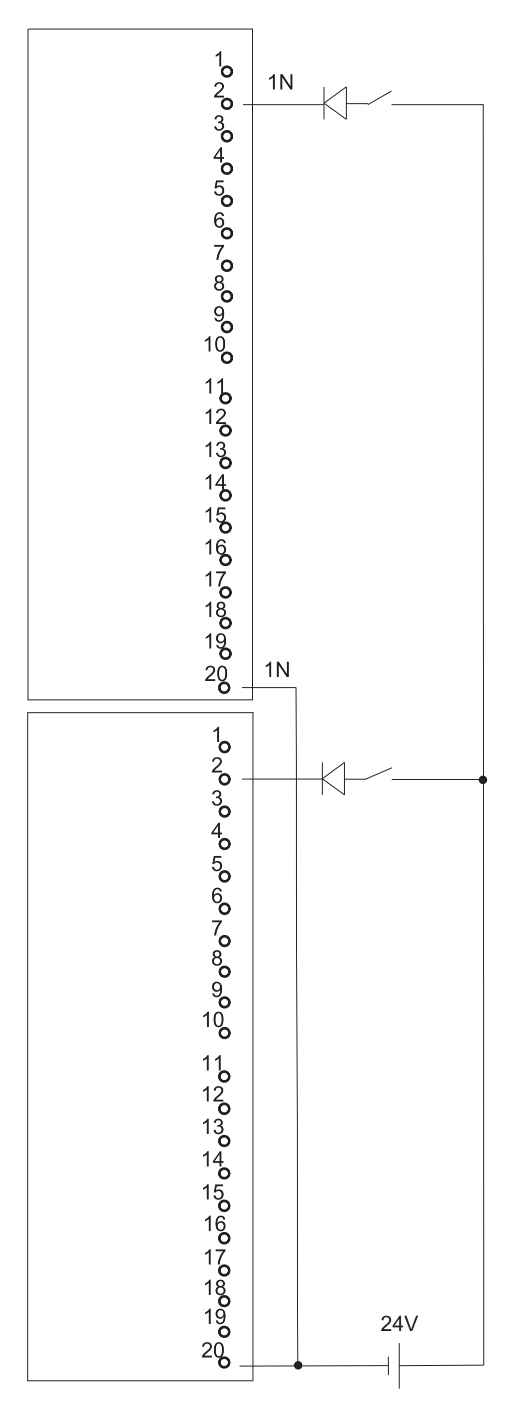


Bild F-1 Verschaltungsbeispiel SM 321; DI 16 x DC 24 V

F.2 SM 321; DI 32 x DC 24 V, 6ES7 321–1BL00–0AA0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss zweier redundanter Geberpaare an zwei redundante SM 321; DI 32 x DC 24 V. Die Geber sind jeweils an Kanal 0 und Kanal 16 angeschlossen.

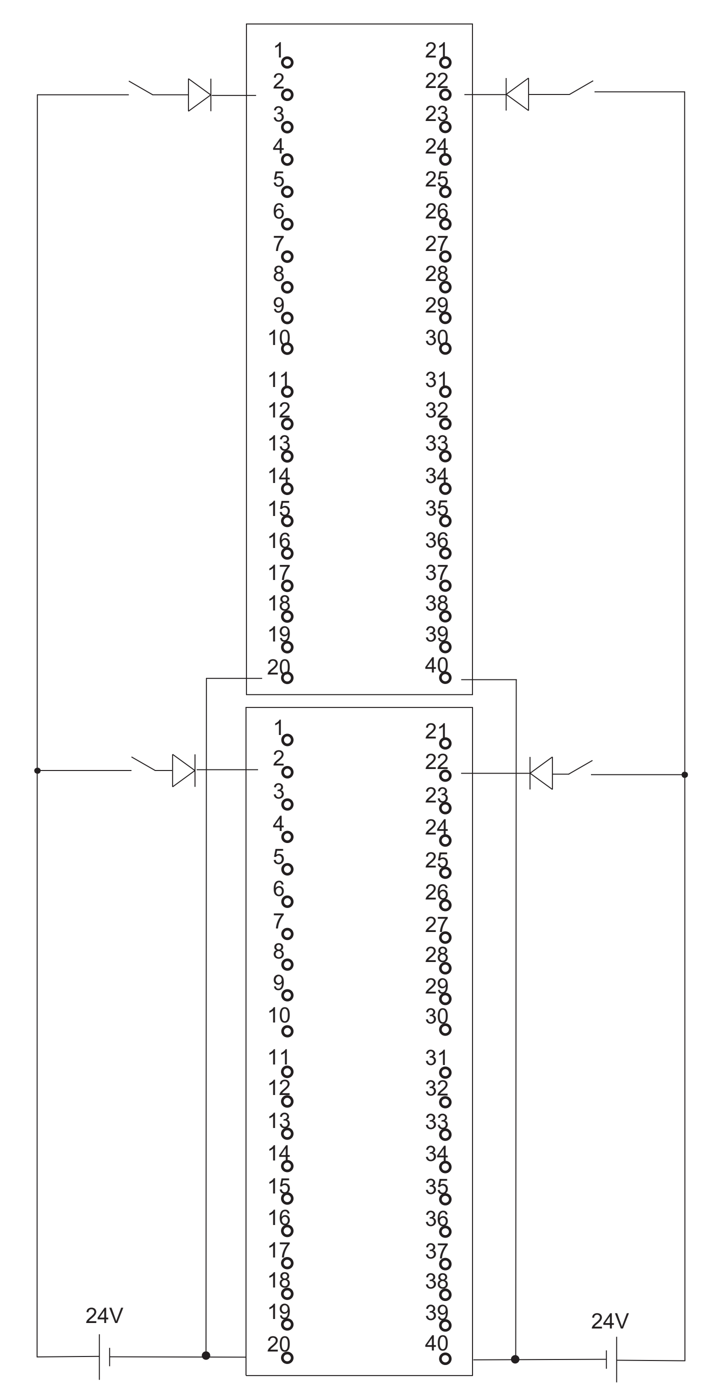


Bild F-2 Verschaltungsbeispiel SM 321; DI 32 x DC 24 V

F.3 SM 321; DI 16 x AC 120/230V, 6ES7 321–1FH00–0AA0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss zweier redundanter Geber an zwei SM 321; DI 16 x AC 120/230 V. Die Geber sind jeweils an Kanal 0 angeschlossen.

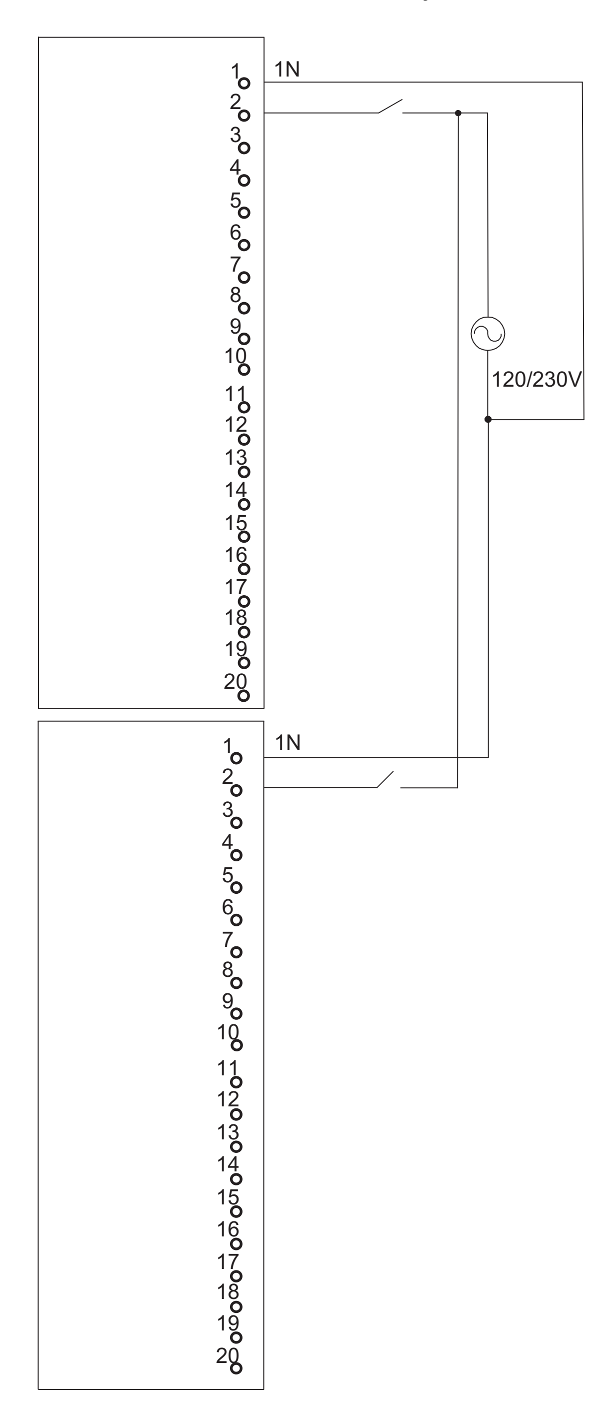


Bild F-3 Verschaltungsbeispiel SM 321; DI 16 x AC 120/230 V

F.4 SM 321; DI 8 x AC 120/230 V, 6ES7 321–1FF01–0AA0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss zweier redundanter Geber an zwei SM 321; DI 8 AC 120/230 V. Die Geber sind jeweils an Kanal 0 angeschlossen.

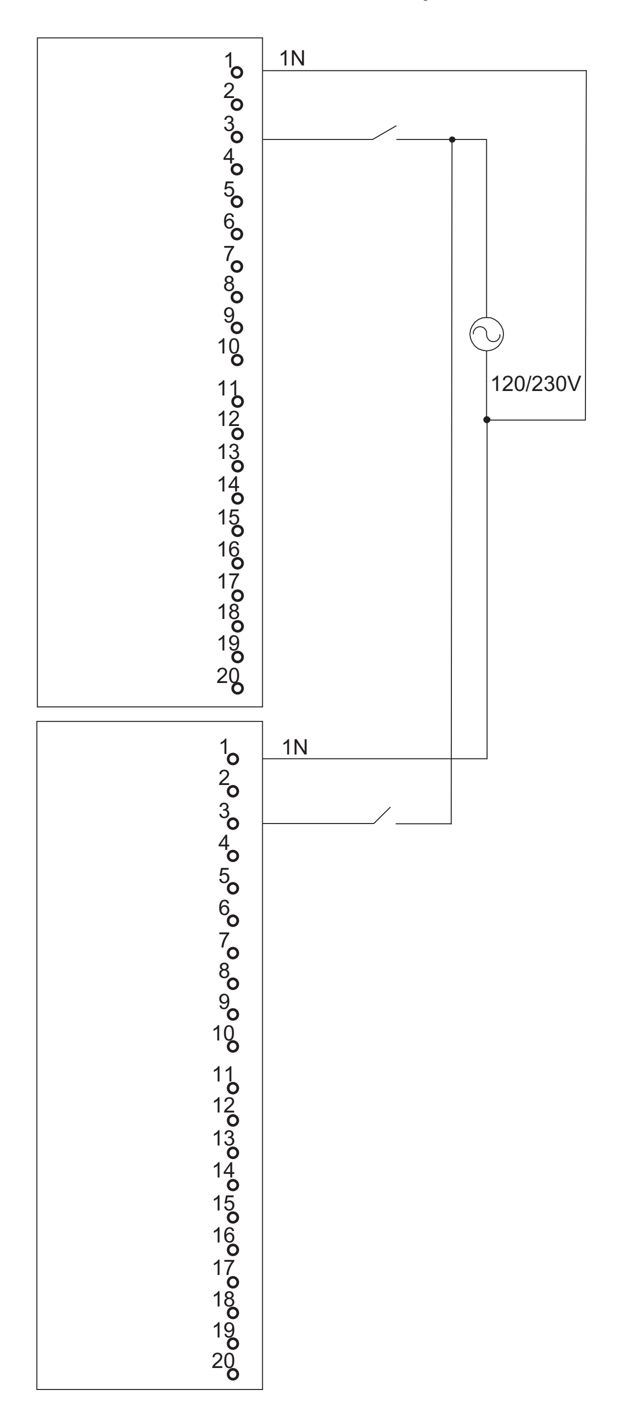


Bild F-4 Verschaltungsbeispiel SM 321; DI 8 x AC 120/230 V

F.5 SM 321; DI 16 x DC 24V, 6ES7 321–7BH00–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss zweier redundanter Geberpaare an zwei SM 321; DI 16 x DC 24V. Die Geber sind jeweils an Kanal 0 bzw. Kanal 8 angeschlossen.

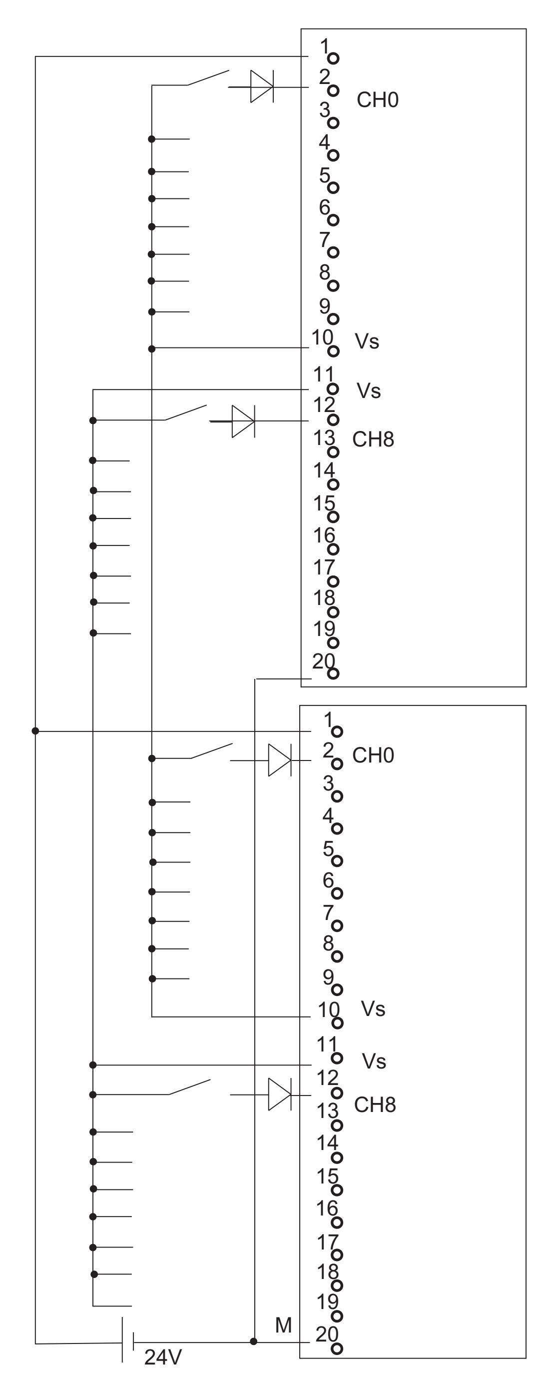


Bild F-5 Verschaltungsbeispiel SM 321; DI 16 x DC 24V

F.6 SM 321; DI 16 x DC 24V, 6ES7 321–7BH01–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss zweier redundanter Geberpaare an zwei SM 321; DI 16 x DC 24V. Die Geber sind jeweils an Kanal 0 bzw. Kanal 8 angeschlossen.

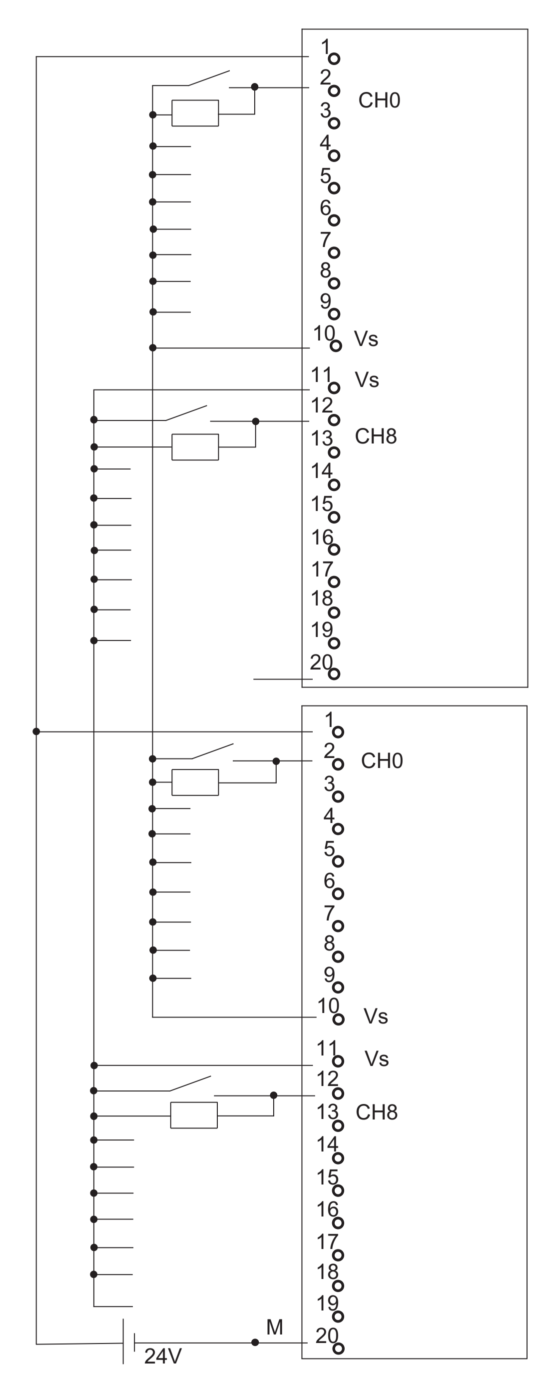


Bild F-6 Verschaltungsbeispiel SM 321; DI 16 x DC 24V

F.7 SM 326; DO 10 x DC 24V/2A, 6ES7 326–2BF01–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Aktors an zwei redundante SM 326; DO 10 x DC 24V/2A. Der Aktor ist jeweils an Kanal 1 angeschlossen.

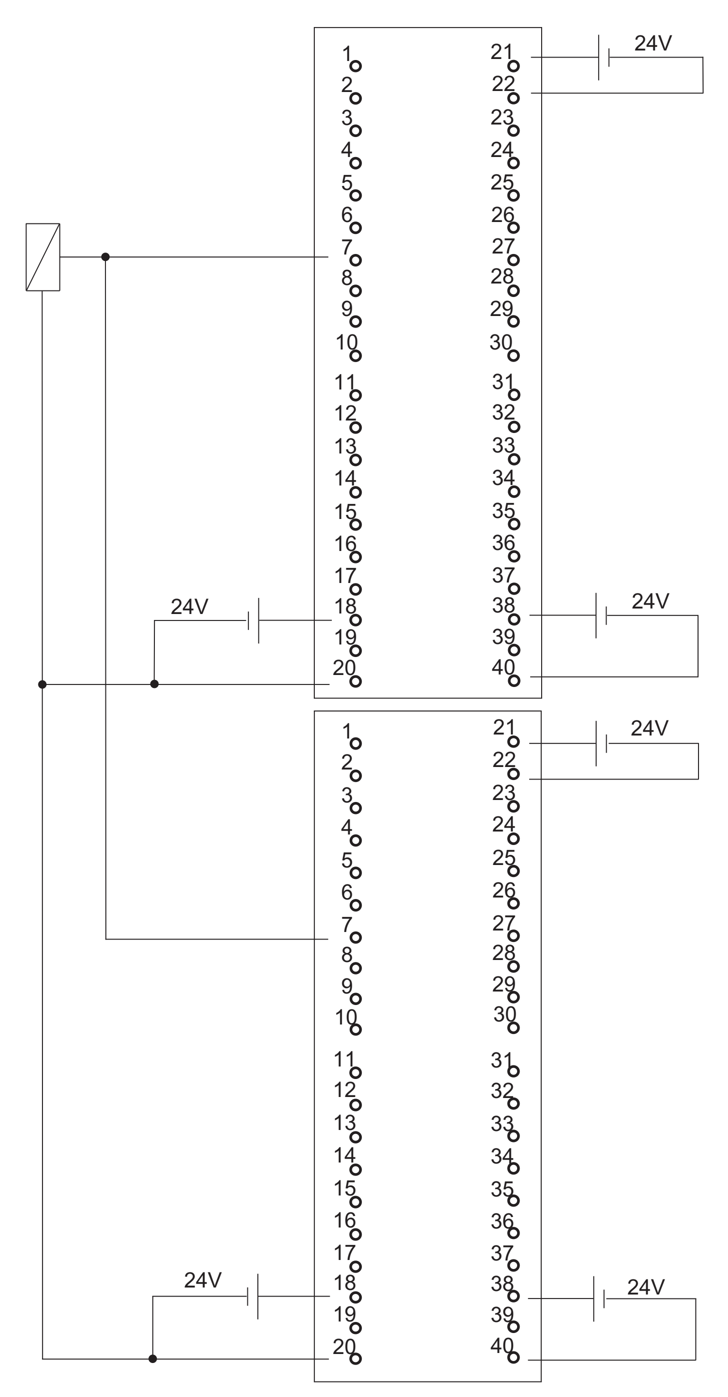


Bild F-7 Verschaltungsbeispiel SM 326; DO 10 x DC 24V/2A

F.8 SM 326; DI 8 x NAMUR, 6ES7 326–1RF00–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss zweier redundanter Geber an zwei redundante SM 326; DI 8 x NAMUR. Die Geber sind jeweils an Kanal 4 angeschlossen.

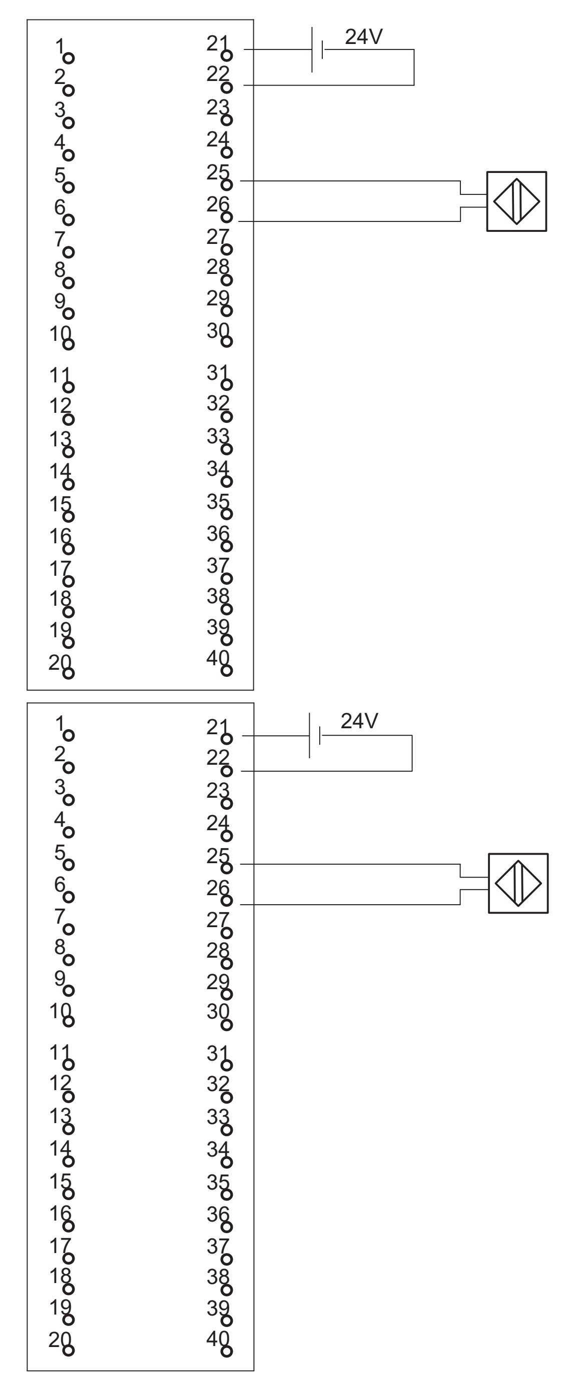


Bild F-8 Verschaltungsbeispiel SM 326; DI 8 x NAMUR

F.9 SM 326; DI 24 x DC 24 V, 6ES7 326–1BK00–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Gebers an zwei redundante SM 326; DI 24 x DC 24 V. Der Geber ist jeweils an Kanal 13 angeschlossen.

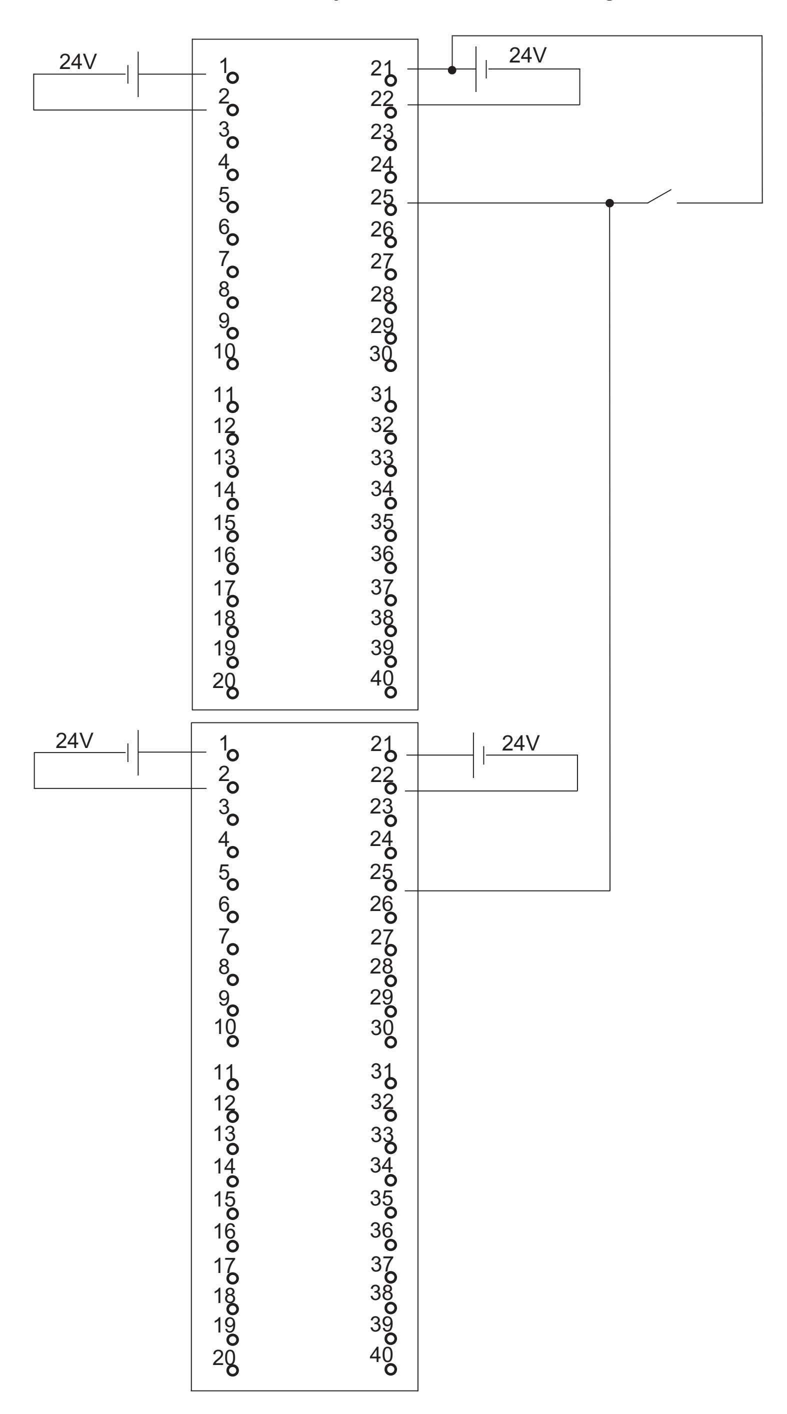


Bild F-9 Verschaltungsbeispiel SM 326; DI 24 x DC 24 V

F.10 SM 421; DI 32 x UC 120 V, 6ES7 421–1EL00–0AA0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines redundanten Gebers an zwei SM 421; DI 32 x UC 120 V. Der Geber ist jeweils an Kanal 0 angeschlossen.

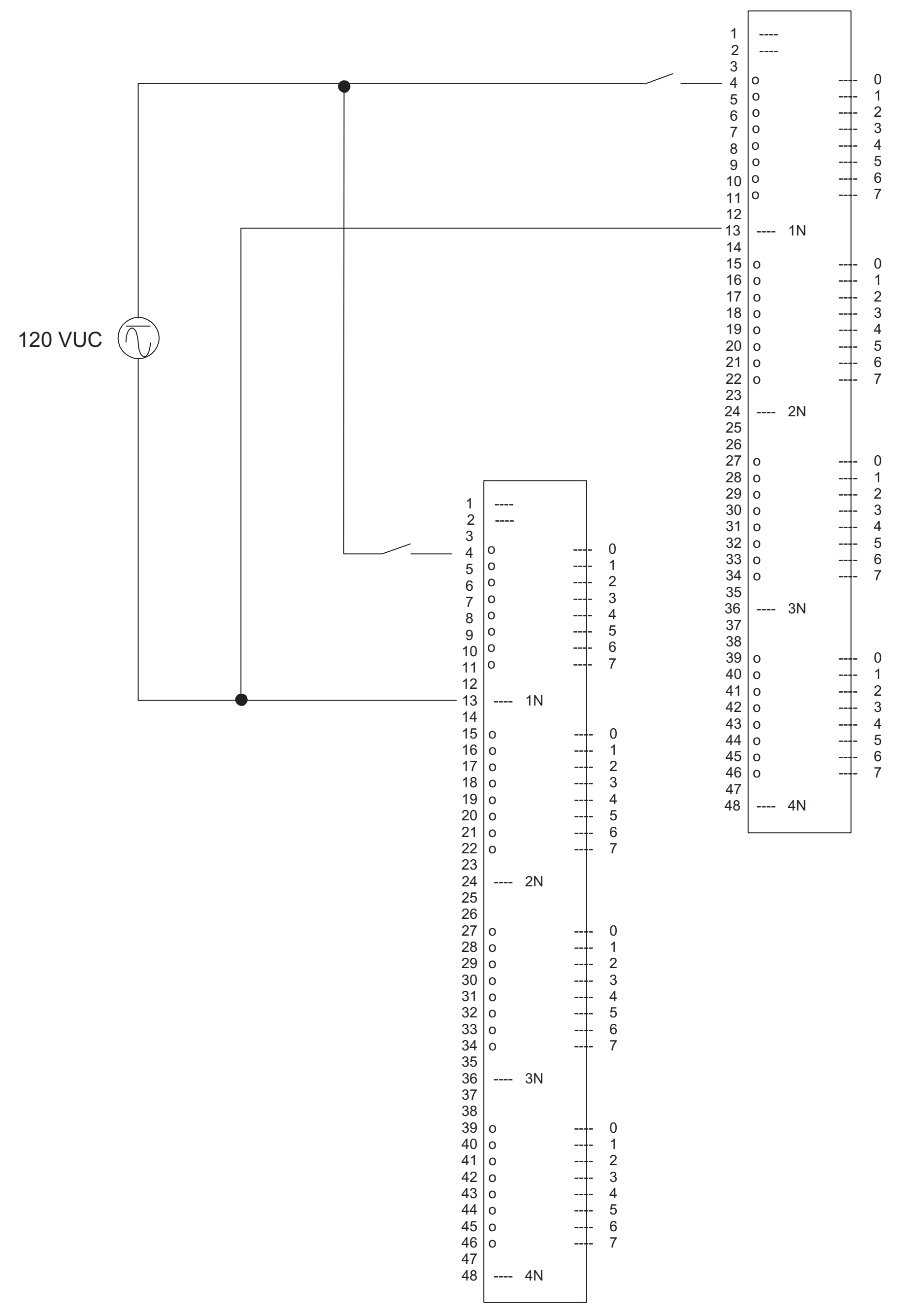


Bild F-10 Verschaltungsbeispiel SM 421; DI 32 x UC 120 V

F.11 SM 421; DI 16 x DC 24 V, 6ES7 421–7BH01–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss zweier redundanter Geberpaare an zwei SM 421; D1 16 x 24 V. Die Geber sind jeweils an Kanal 0 bzw. 8 angeschlossen.

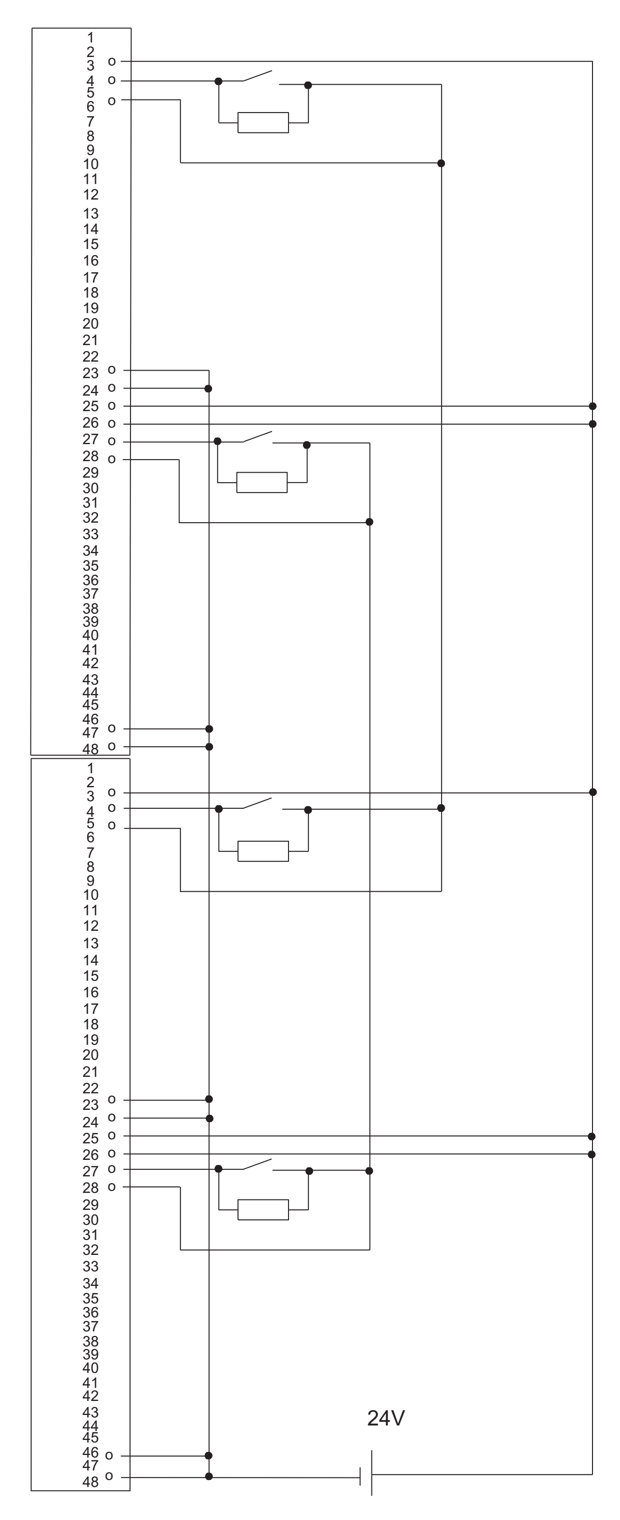


Bild F-11 Verschaltungsbeispiel SM 421; DI 16 x 24 V

F.12 SM 421; DI 32 x DC 24 V, 6ES7 421–1BL00–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss zweier redundanter Geber an zwei SM 421; D1 32 x 24 V. Die Geber sind jeweils an Kanal 0 angeschlossen.

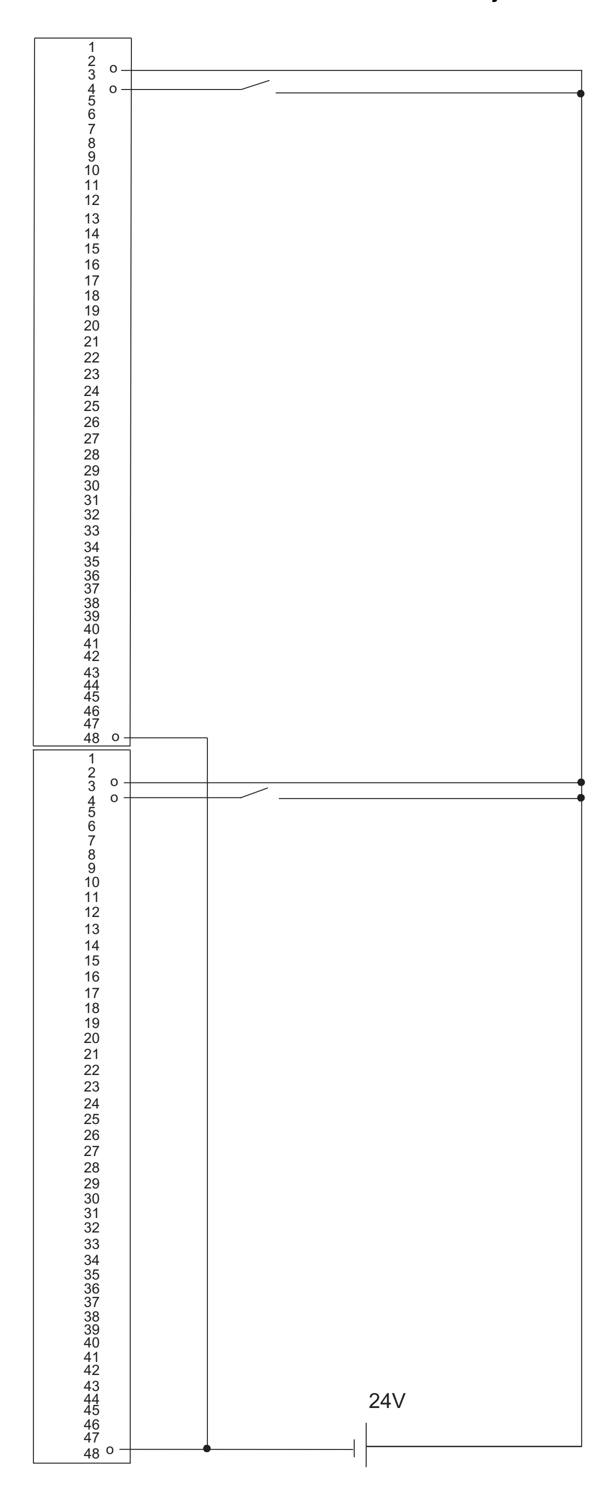


Bild F-12 Verschaltungsbeispiel SM 421; DI 32 x 24 V

F.13 SM 421; DI 32 x DC 24 V, 6ES7 421–1BL01–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss zweier redundanter Geber an zwei SM 421; D1 32 x 24 V. Die Geber sind jeweils an Kanal 0 angeschlossen.

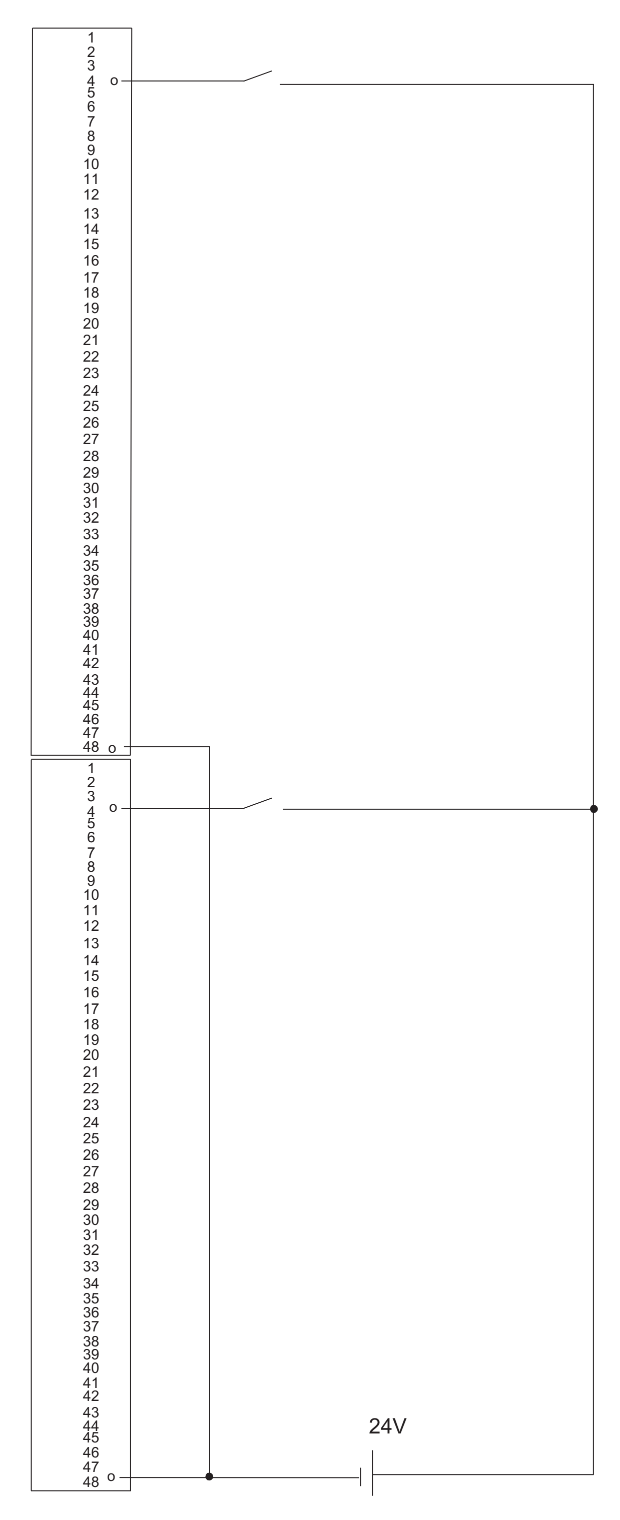


Bild F-13 Verschaltungsbeispiel SM 421; DI 32 x 24 V

F.14 SM 322; DO 8 x DC 24 V/2 A, 6ES7 322–1BF01–0AA0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Aktors an zwei redundante SM 322; DO 8 x DC 24 V. Der Aktor ist jeweils an Kanal 0 angeschlossen.

Als Dioden eignen sich Typen mit $U_{_r}$ >=200 V und $I_{_F}$ >= 2 A

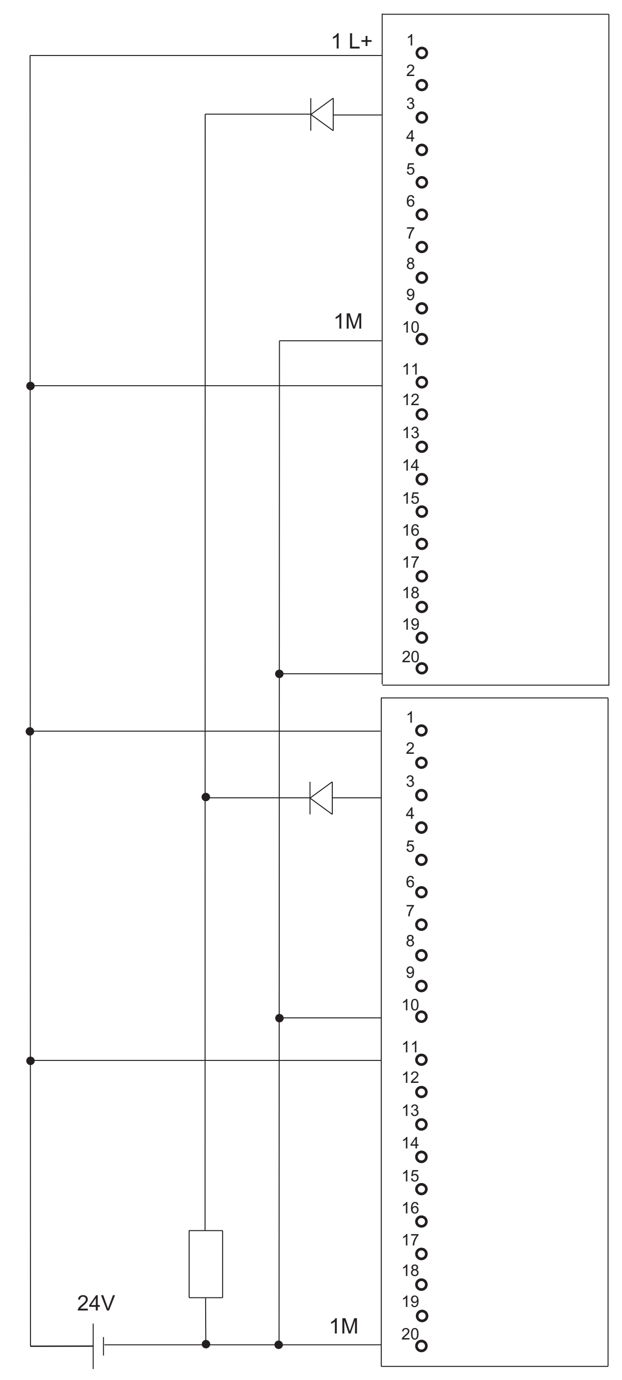


Bild F-14 Verschaltungsbeispiel SM 322; DO 8 x DC 24 V/2 A

F.15 SM 322; DO 32 x DC 24 V/0,5 A, 6ES7 322–1BL00–0AA0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Aktors an zwei redundante SM 322; DO 32 x DC 24 V. Der Aktor ist jeweils an Kanal 1 angeschlossen.

Als Dioden eignen sich z.B. Typen aus der Reihe 1N4003 ... 1N4007 oder jede andere Diode mit U_r >=200 V und I_F >= 1 A

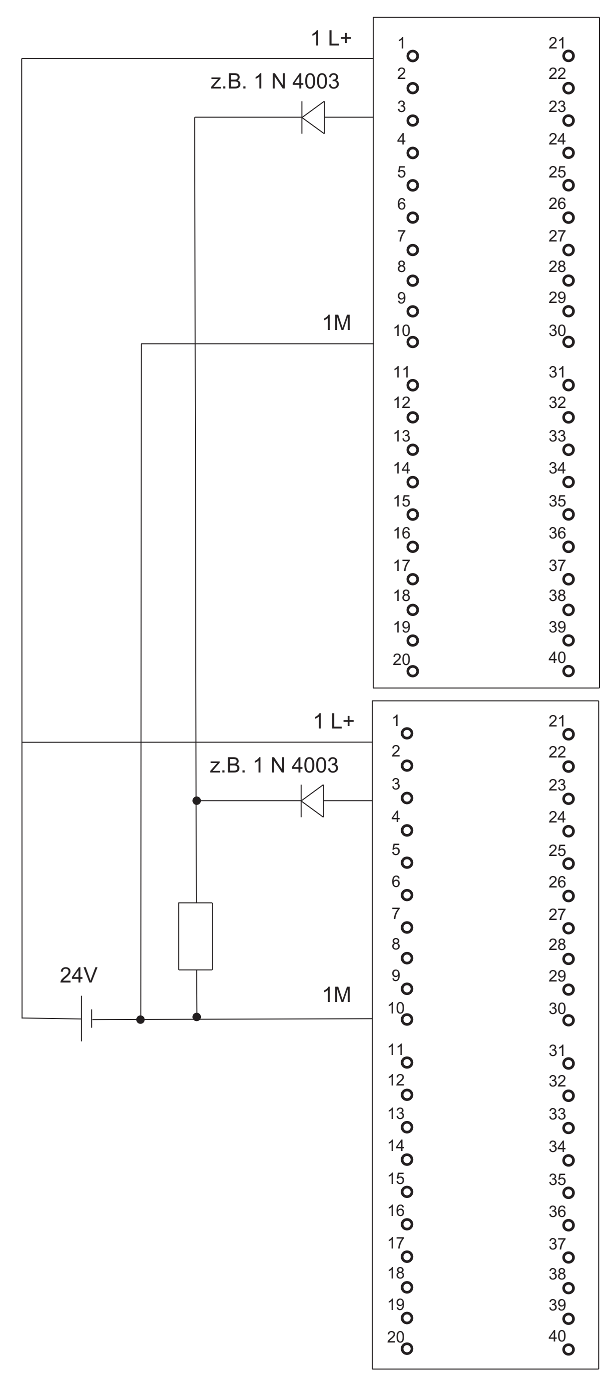


Bild F-15 Verschaltungsbeispiel SM 322; DO 32 x DC 24 V/0,5 A

F.16 SM 322; DO 8 x AC 230 V/2 A, 6ES7 322–1FF01–0AA0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Aktors an zwei SM 322; Do 8 x AC 230 V/2 A. Der Aktor ist jeweils an Kanal 0 angeschlossen.

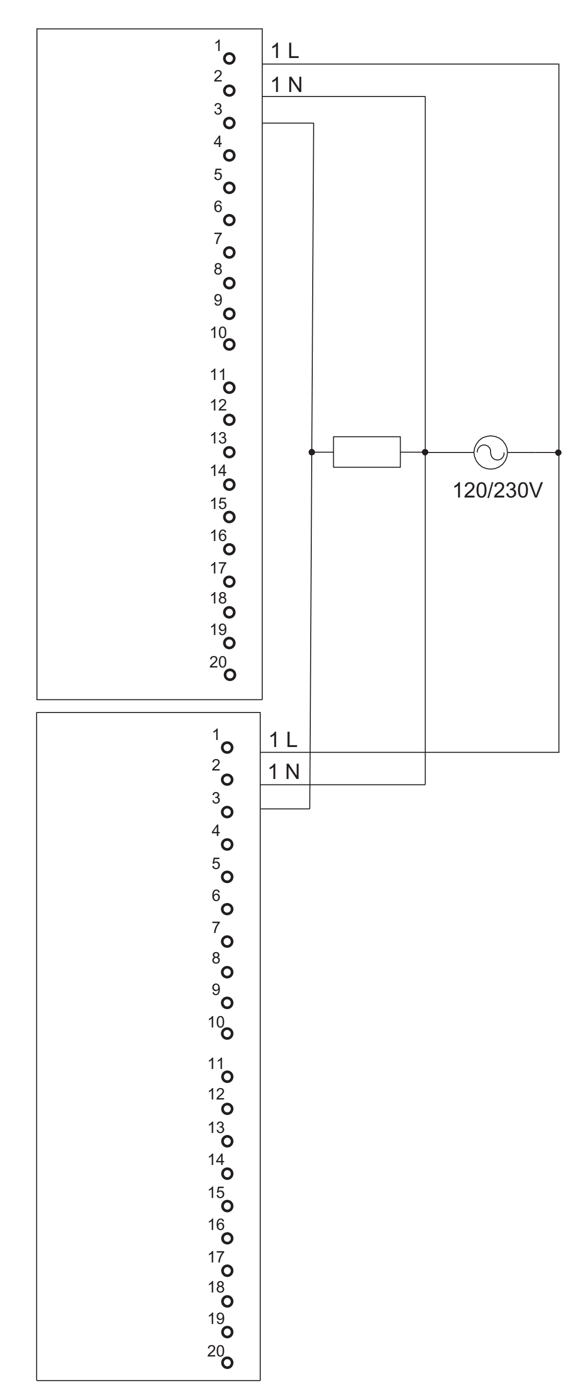


Bild F-16 Verschaltungsbeispiel SM 322; DO 8 x AC 230 V/2 A

F.17 SM 322; DO 4 x DC 24 V/10 mA [EEx ib], 6ES7 322–5SD00–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Aktors an zwei SM 322; DO 16 x DC 24 V/10 mA [EEx ib]. Der Aktor ist jeweils an Kanal 0 angeschlossen. Als Dioden eignen sich z.B. Typen aus der Reihe 1N4003 ... 1N4007 oder jede andere Diode mit U_r >=200 V und I_F >= 1 A

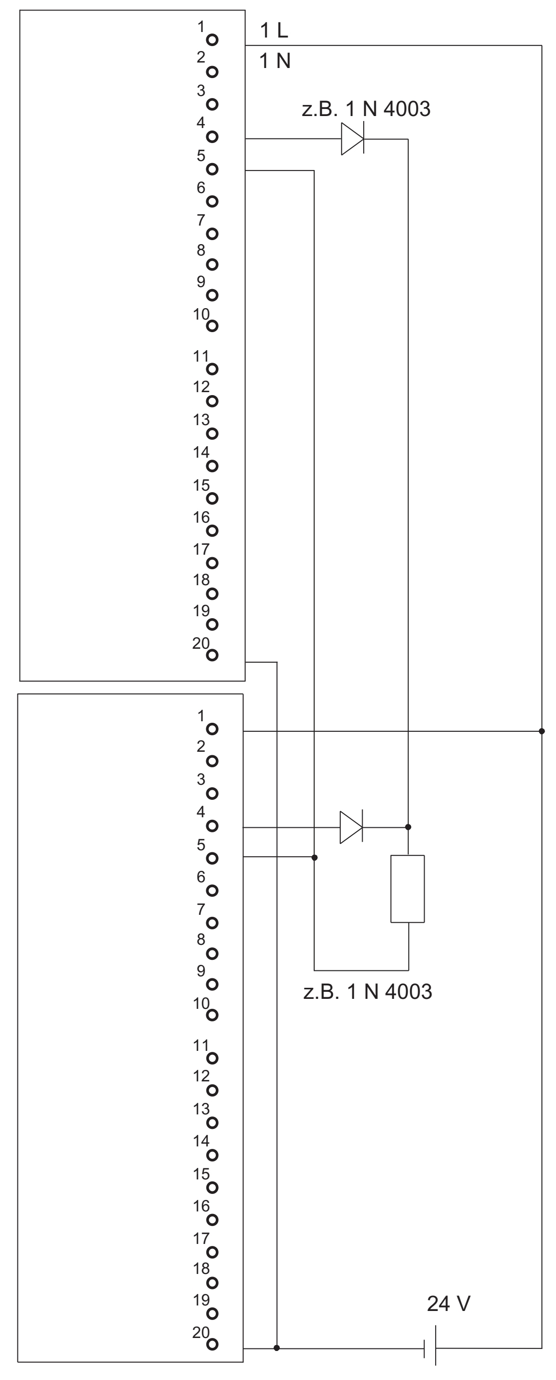


Bild F-17 Verschaltungsbeispiel SM 322; DO 16 x DC 24 V/10 mA [EEx ib]

F.18 SM 322; DO 4 x DC 15 V/20 mA [EEx ib], 6ES7 322–5RD00–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Aktors an zwei SM 322; DO 16 x DC 15 V/20 mA [EEx ib]. Der Aktor ist jeweils an Kanal 0 angeschlossen. Als Dioden eignen sich z.B. Typen aus der Reihe 1N4003 ... 1N4007 oder jede andere Diode mit U_r >=200 V und I_F >= 1 A

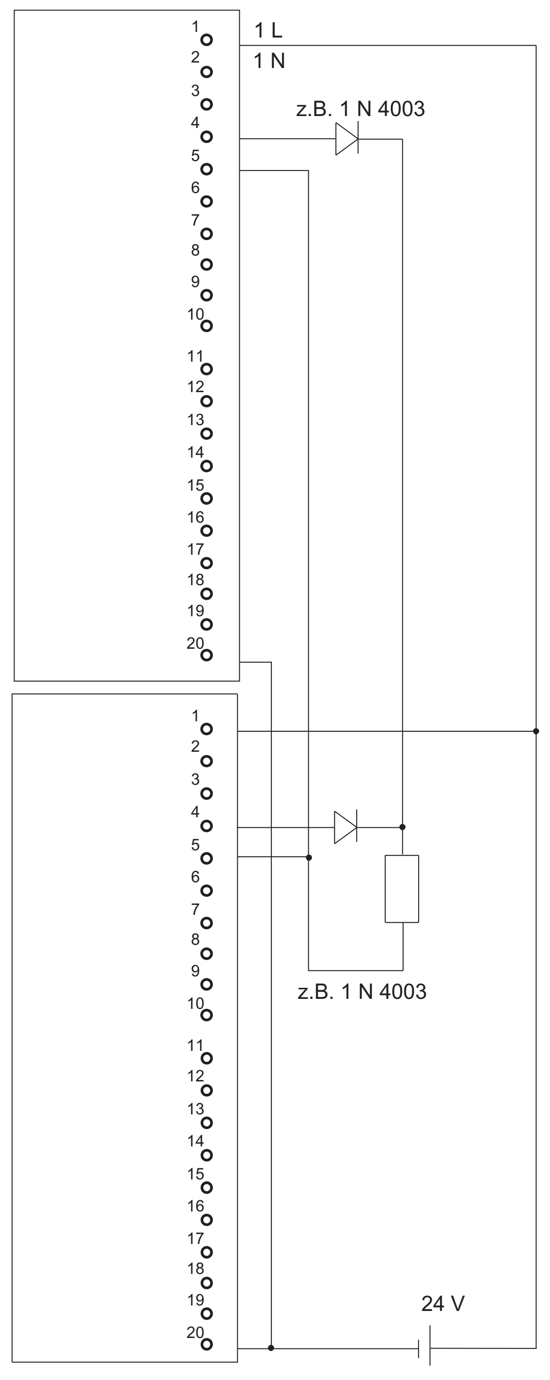


Bild F-18 Verschaltungsbeispiel SM 322; DO 16 x DC 15 V/20 mA [EEx ib]

F.19 SM 322; DO 8 x DC 24 V/0,5 A, 6ES7 322–8BF00–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Aktors an zwei redundante SM 322; DO 8 x DC 24 V/0,5 A. Der Aktor ist jeweils an Kanal 0 angeschlossen.

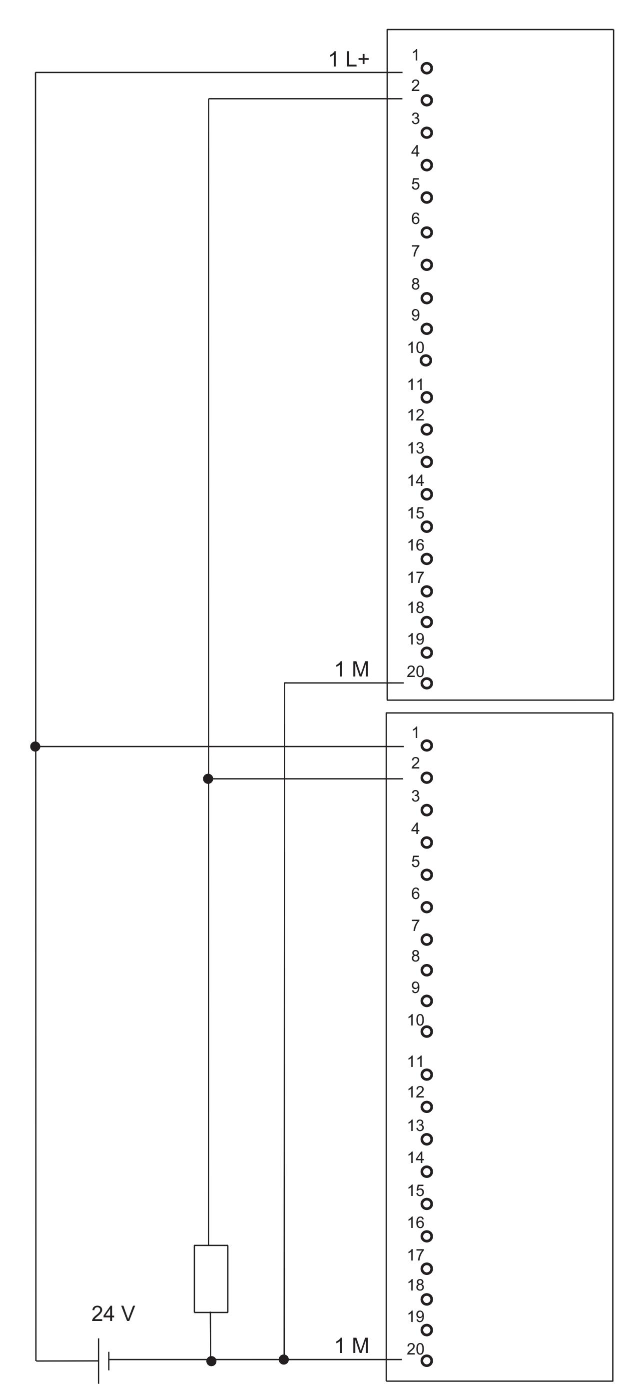


Bild F-19 Verschaltungsbeispiel SM 322; DO 8 x DC 24 V/0,5 A

F.20 SM 322; DO 16 x DC 24 V/0,5 A, 6ES7 322–8BH01–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Aktors an zwei redundante SM 322; DO 16 x DC 24 V/0,5 A. Der Aktor ist jeweils an Kanal 8 angeschlossen.

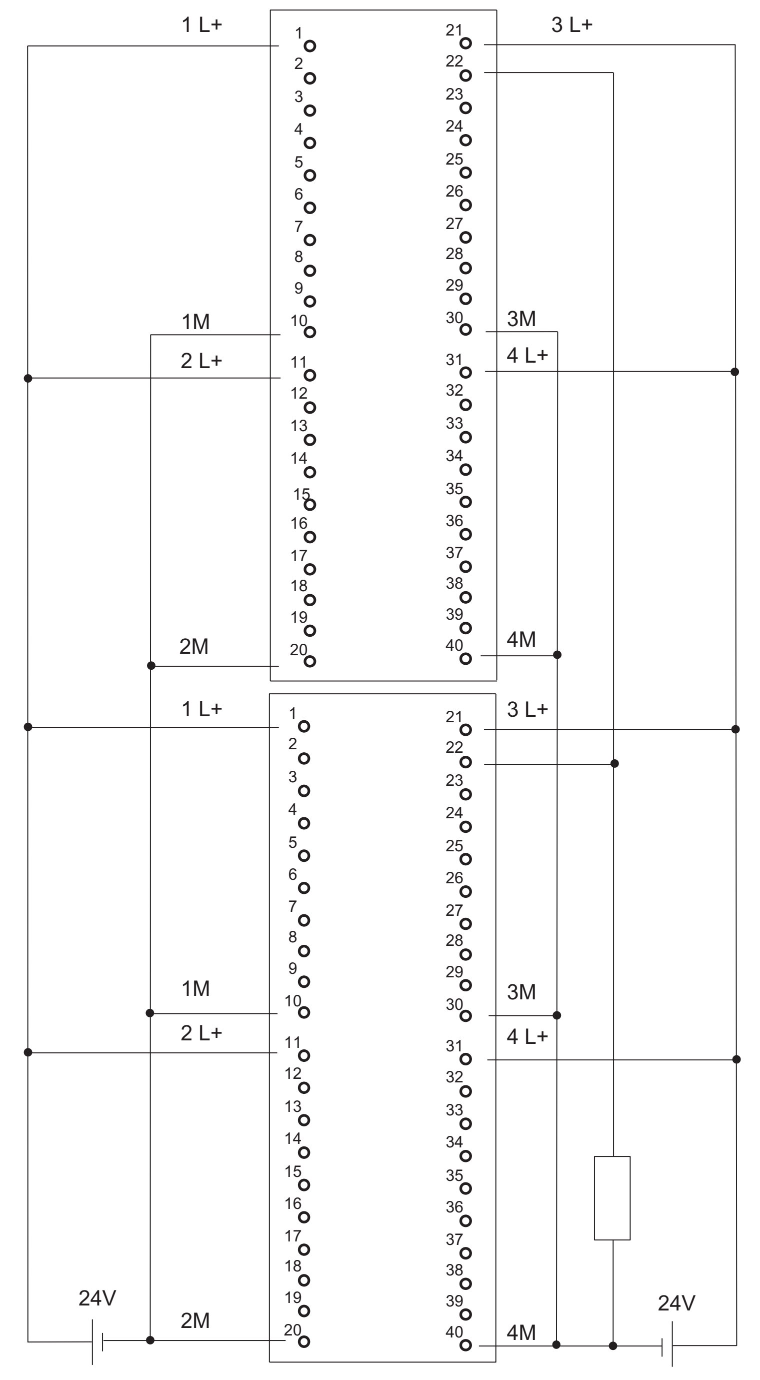


Bild F-20 Verschaltungsbeispiel SM 322; DO 16 x DC 24 V/0,5 A

F.21 SM 332; AO 8 x 12 Bit, 6ES7 332–5HF00–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss zweier Aktoren an zwei redundante SM 332; AO 8 x 12 Bit. Die Aktoren sind jeweils an Kanal 0 und Kanal 4 angeschlossen. Als Dioden eignen sich z.B. Typen aus der Reihe 1N4003 ... 1N4007 oder jede andere Diode mit U_r >=200 V und I_F >= 1 A

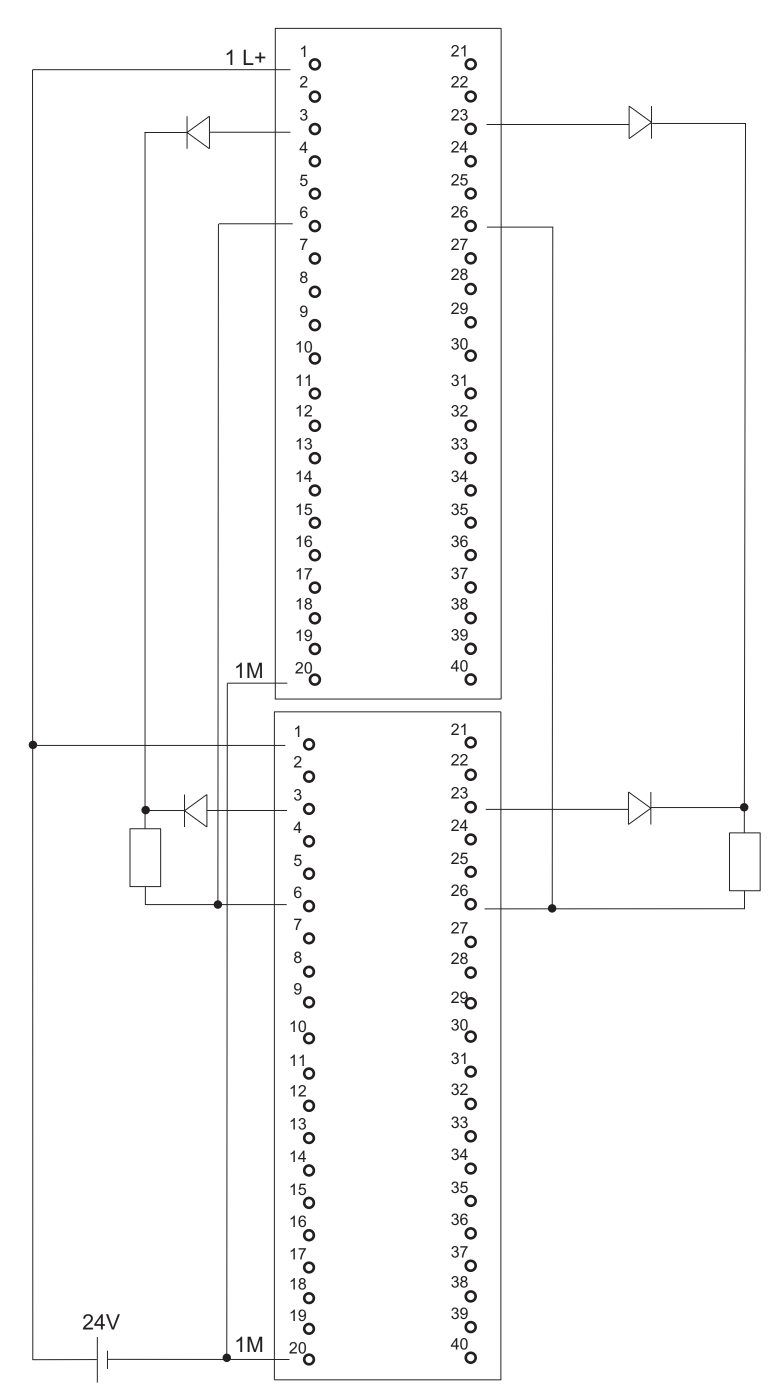


Bild F-21 Verschaltungsbeispiel SM 332; AO 8 x 12 Bit

F.22 SM 332; AO 4 x 0/4...20 mA [EEx ib], 6ES7 332–5RD00–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Aktors an zwei SM 332; AO 4 x 0/4...20 mA [EEx ib]. Der Aktor ist jeweils an Kanal 0 angeschlossen.
Als Dioden eignen sich z.B. Typen aus der Reihe 1N4003 ... 1N4007 oder jede andere Diode mit $U_{_r}$ >=200 V und $I_{_F}$ >= 1 A

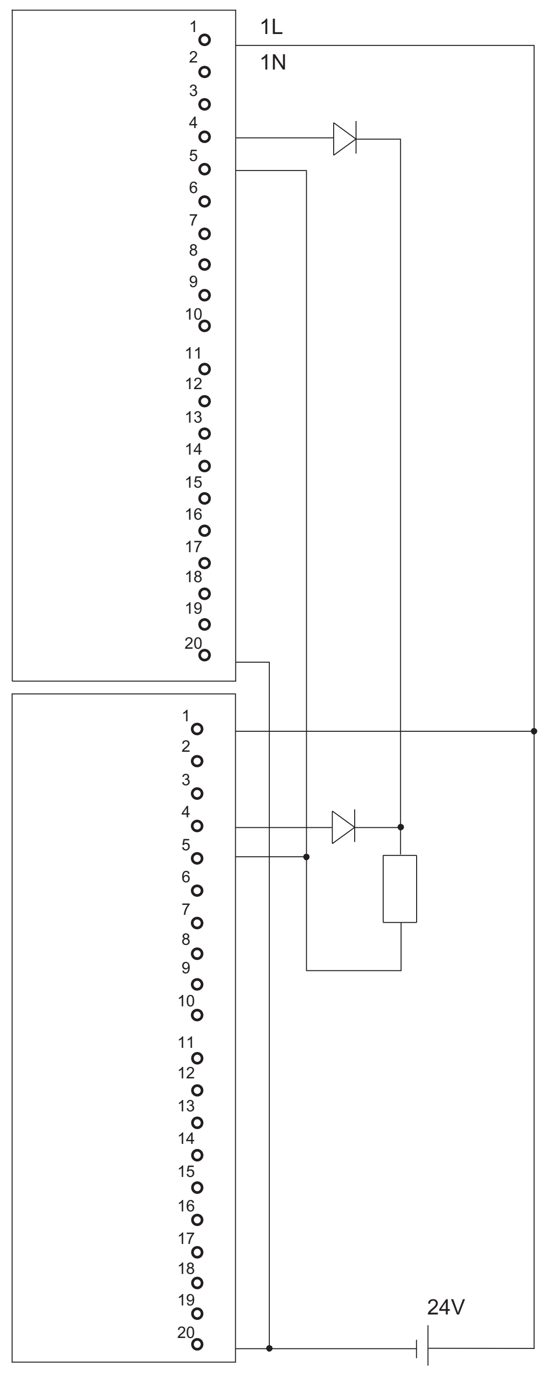


Bild F-22 Verschaltungsbeispiel SM 332; AO 4 x 0/4...20 mA [EEx ib]

F.23 SM 422; DO 16 x AC 120/230 V/2 A, 6ES7 422–1FH00–0AA0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Aktors an zwei SM 422; DO 16 x 120/230 V/2 A. Der Aktor ist jeweils an Kanal 0 angeschlossen.

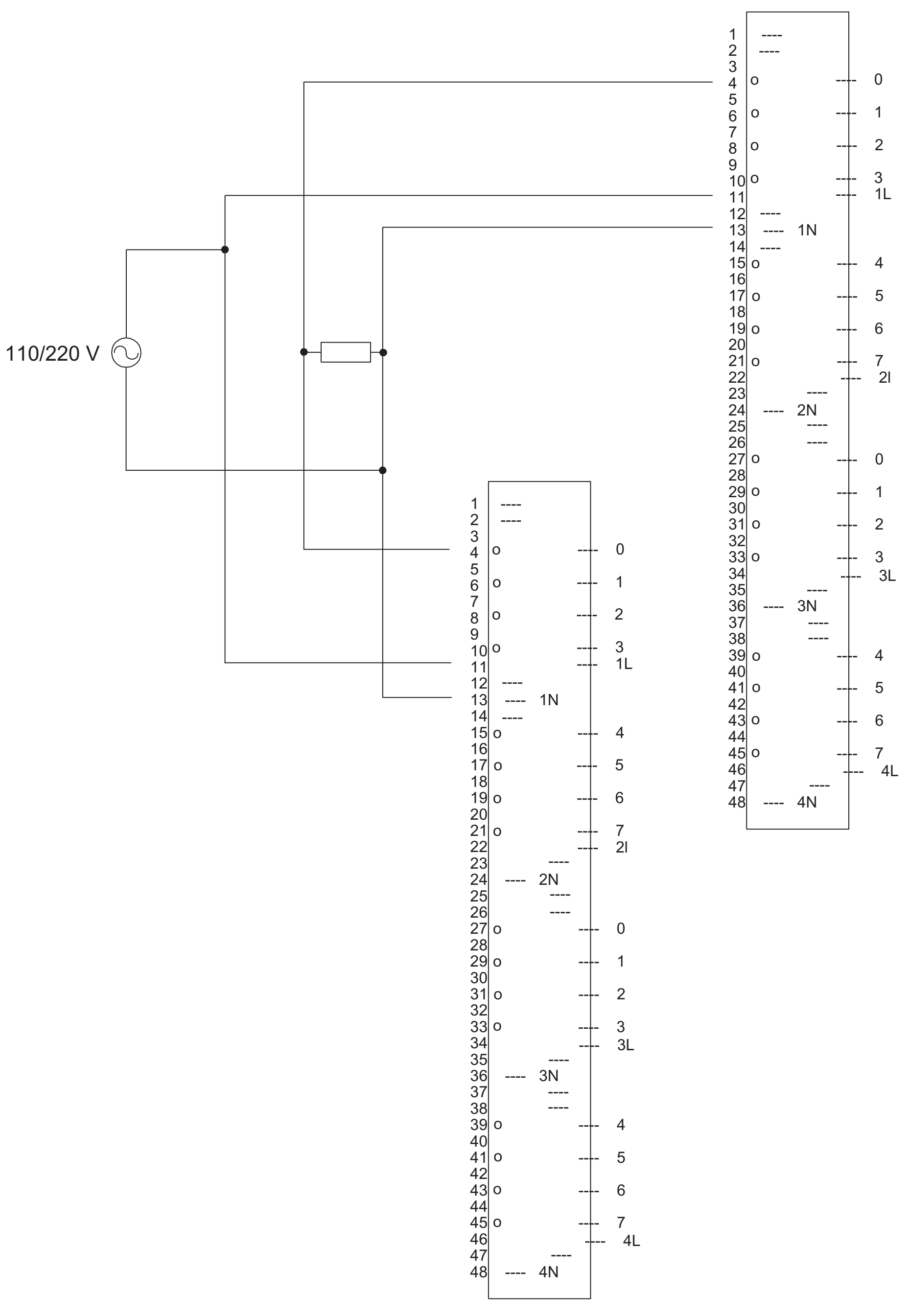


Bild F-23 Verschaltungsbeispiel SM 422; DO 16 x 120/230 V/2 A

F.24 SM 422; DO 32 x DC 24 V/0,5 A, 6ES7 422–7BL00–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Aktors an zwei SM 422; DO 32 x 24 V/0,5 A. Der Aktor ist jeweils an Kanal 0 angeschlossen. Als Dioden eignen sich z.B. Typen aus der Reihe 1N4003 ... 1N4007 oder jede andere Diode mit U_r >=200 V und I_F >= 1 A

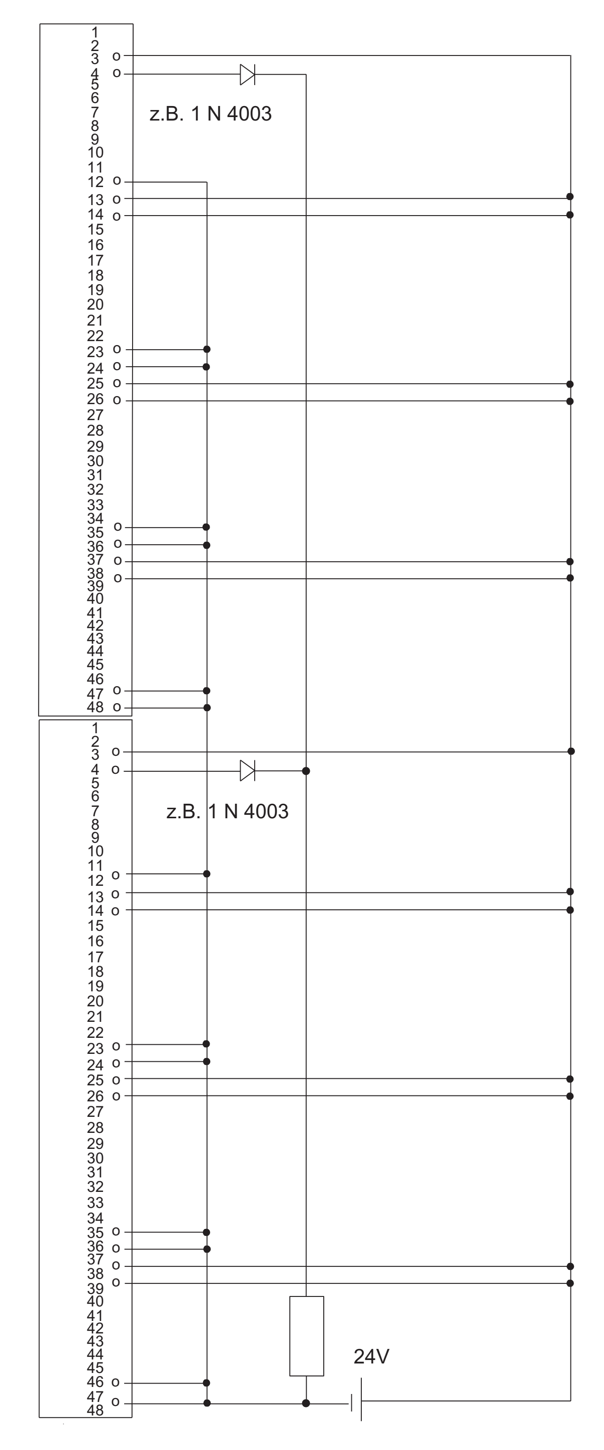


Bild F-24 Verschaltungsbeispiel SM 422; DO 32 x DC 24 V/0,5 A

F.25 SM 331; AI 4 x 15 Bit [EEx ib]; 6ES7 331–7RD00–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines 2–Draht–Messumformers an zwei SM 331; AI 4 x 15 Bit [EEx ib]. Der Messumformer ist jeweils an Kanal 1 angeschlossen. Geeignete Z–Diode BZX85C6v2.

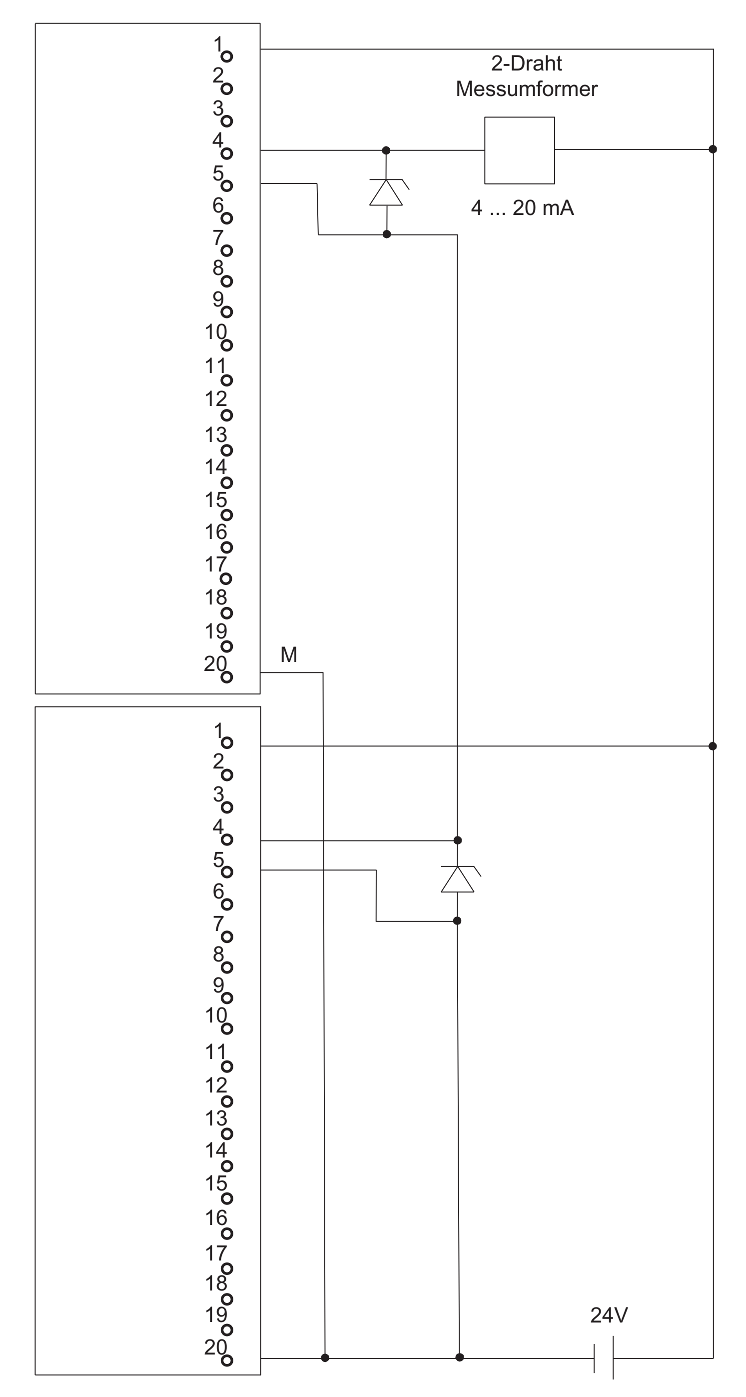


Bild F-25 Verschaltungsbeispiel SM 331, AI 4 x 15 Bit [EEx ib]

F.26 SM 331; AI 8 x 12 Bit, 6ES7 331–7KF02–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Messumformers an zwei SM 331; AI 8 x 12 Bit. Der Messumformer ist jeweils an Kanal 0 angeschlossen.

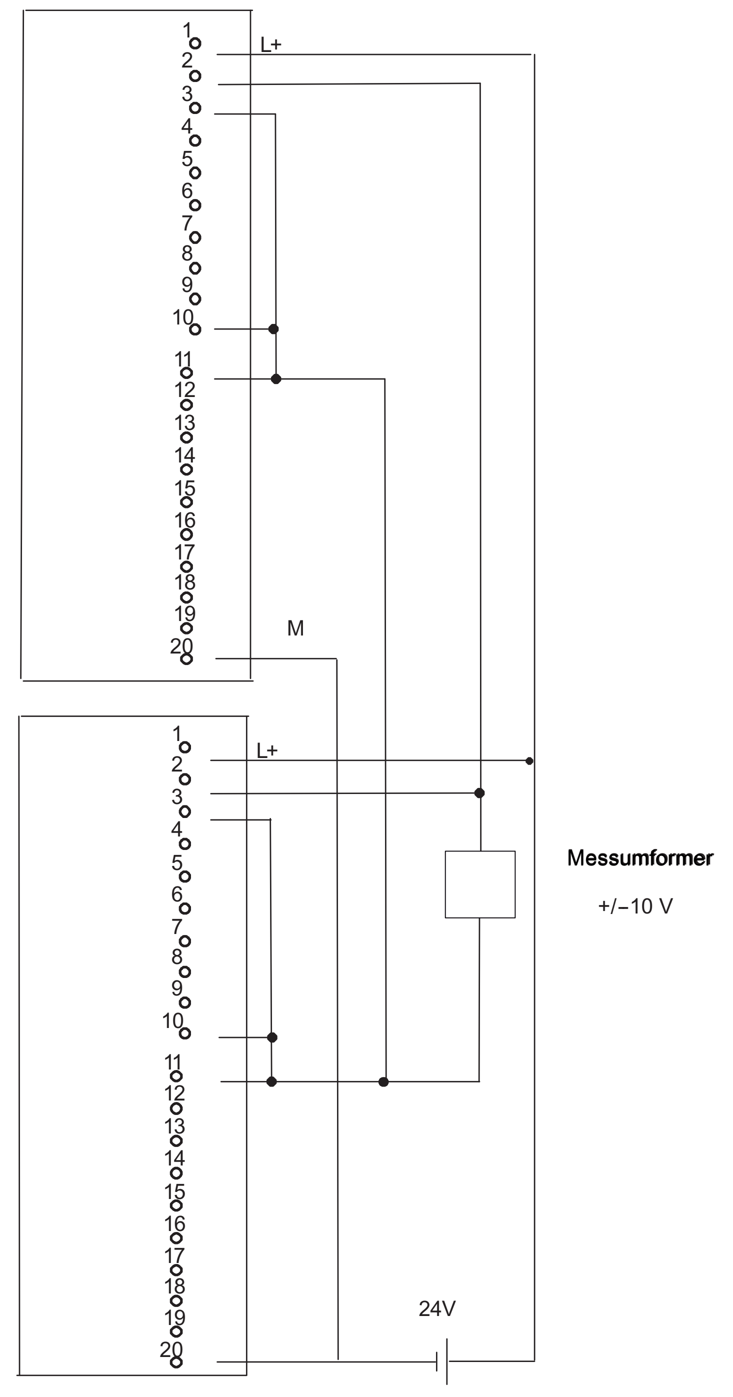


Bild F-26 Verschaltungsbeispiel SM 331; AI 8 x 12 Bit

F.27 SM 331; AI 8 x 16 Bit; 6ES7 331–7NF00–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Messumformers an zwei redundante SM 331; AI 8 x 16 Bit. Der Messumformer ist jeweils an Kanal 0 und 7 angeschlossen.

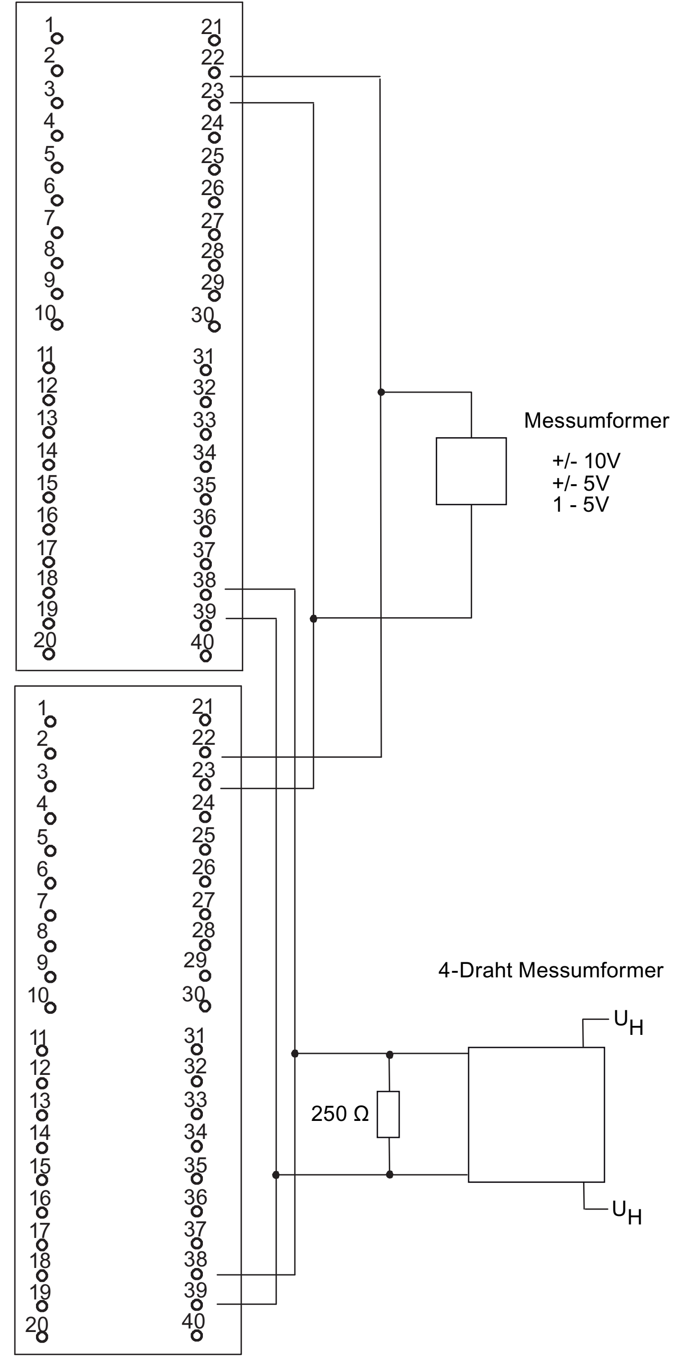


Bild F-27 Verschaltungsbeispiel SM 331; AI 8 x 16 Bit

F.28 SM 331; AI 8 x 16 Bit; 6ES7 331–7NF10–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Messumformers an zwei redundante SM 331; AI 8 x 16 Bit. Der Messumformer ist jeweils an Kanal 0 und 3 angeschlossen.

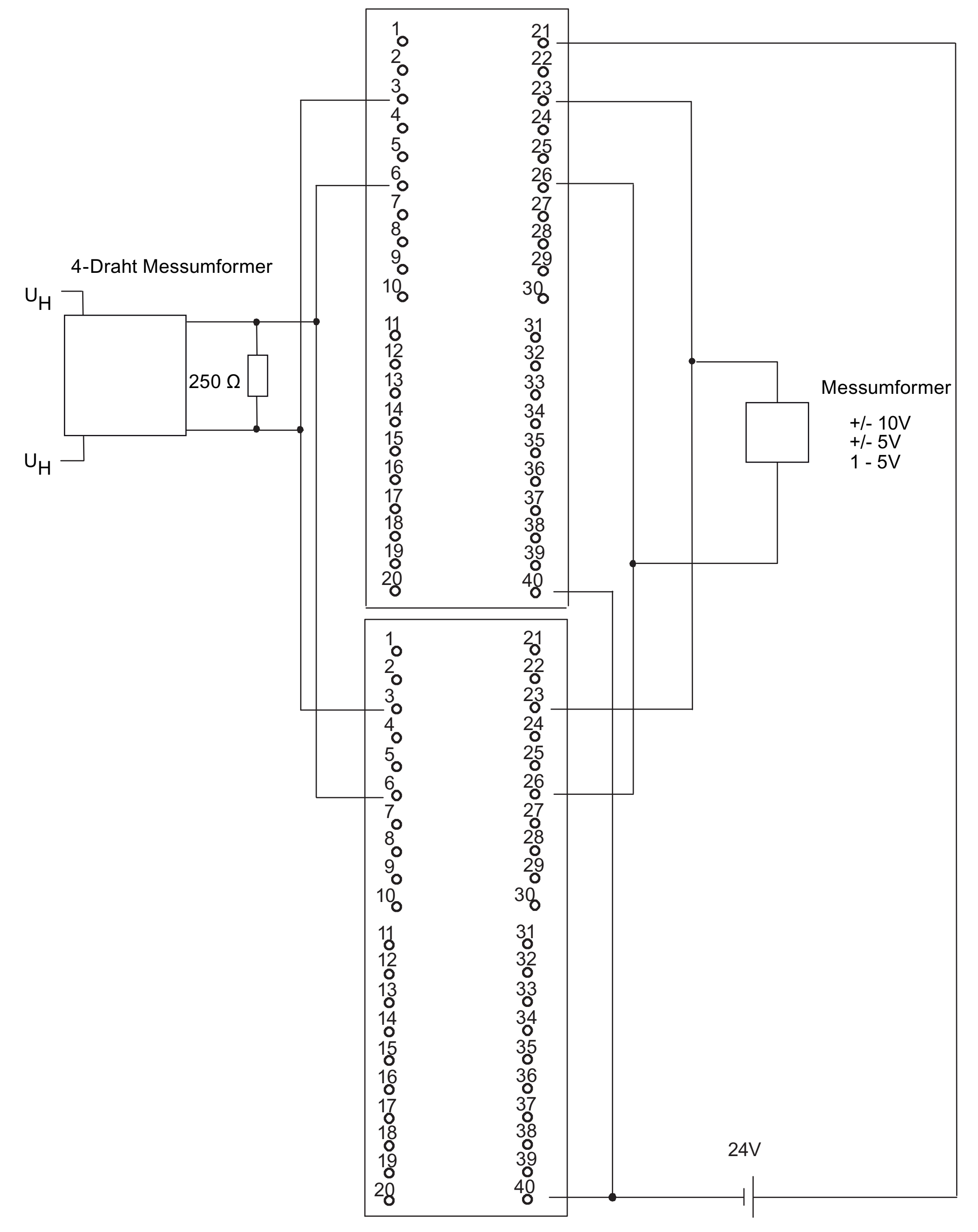


Bild F-28 Verschaltungsbeispiel SM 331; AI 8 x 16 Bit

F.29 AI 6xTC 16Bit iso, 6ES7331-7PE10-0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Thermoelements an zwei redundante SM 331 AI 6xTC 16Bit iso.

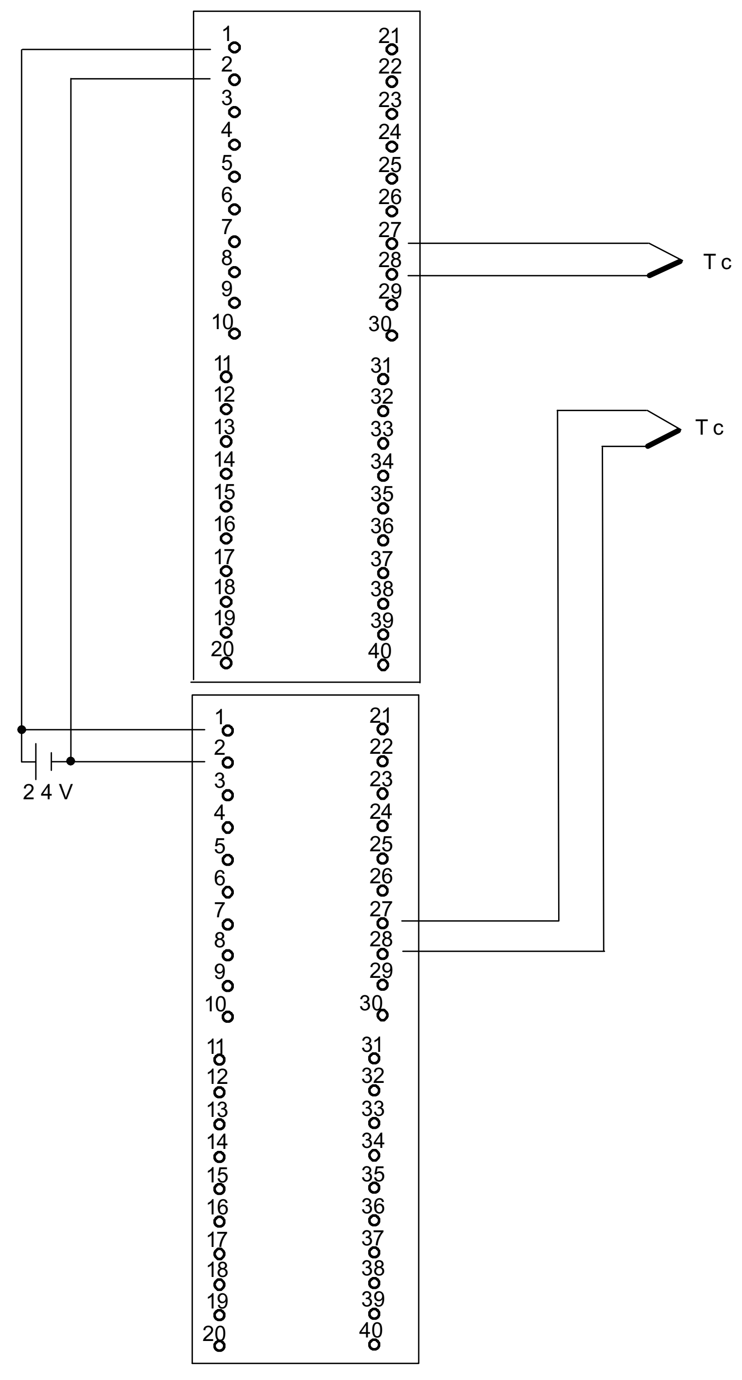


Bild F-29 Verschaltungsbeispiel AI 6xTC 16Bit iso

F.30 SM331; AI 8 x 0/4...20mA HART, 6ES7 331-7TF01-0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines 4-Draht-Messumformers an zwei redundante SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART.

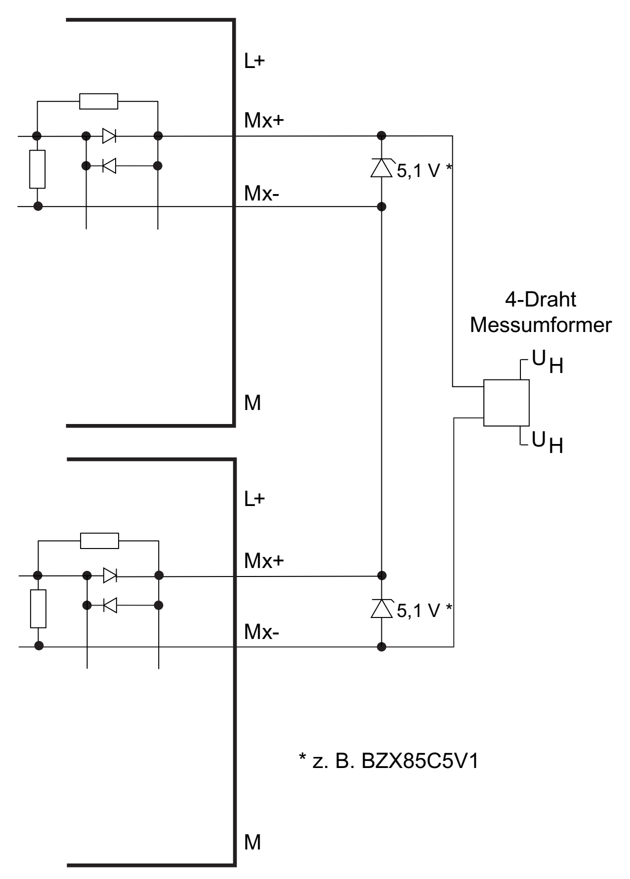


Bild F-30 Verschaltungsbeispiel1 SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines 2-Draht-Messumformers an zwei redundante SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART.

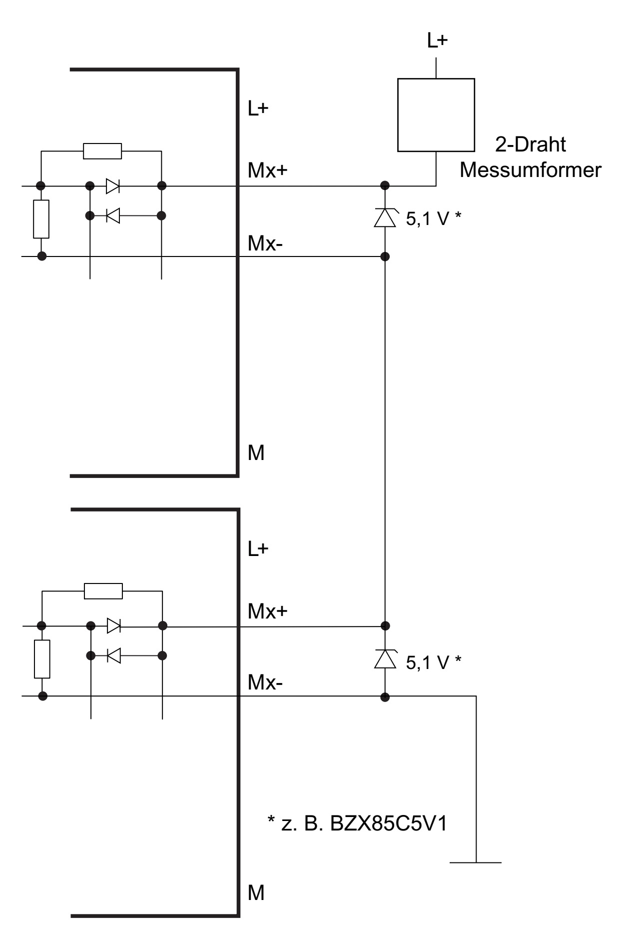


Bild F-31 Verschaltungsbeispiel2 SM 331; AI 8 x 0/4...20mA HART

F.31 SM 332; AO 4 x 12 Bit; 6ES7 332–5HD01–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Aktors an zwei
SM 332; AO 4 x 12 Bit. Der Aktor ist jeweils an Kanal 0 angeschlossen. Als Dioden eignen sich z.B. Typen aus der Reihe 1N4003 ... 1N4007 oder jede andere Diode mit U_r >=200 V und I_F >= 1 A

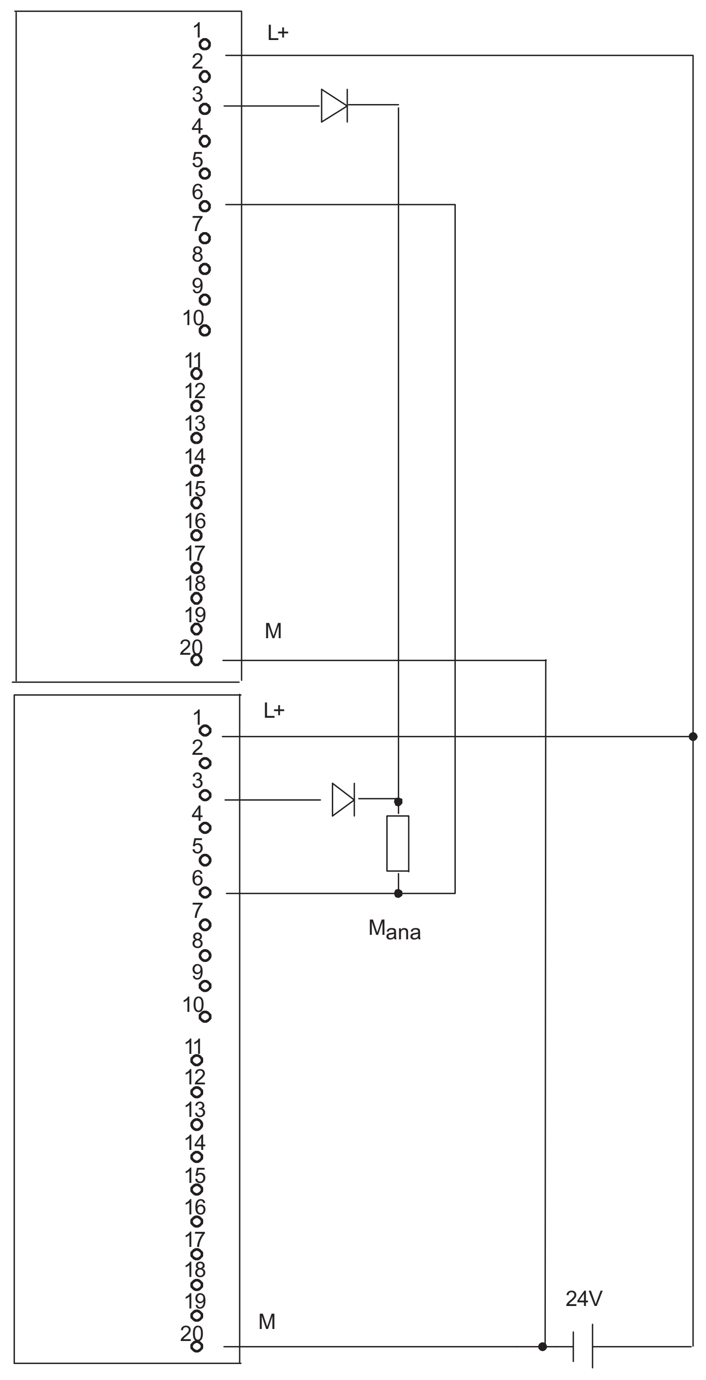


Bild F-32 Verschaltungsbeispiel SM 332, AO 4 x 12 Bit

F.32 SM332; AO 8 x 0/4...20mA HART, 6ES7 332-8TF01-0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Aktors an zwei SM 332; AO 8 x 0/4...20 mA HART.

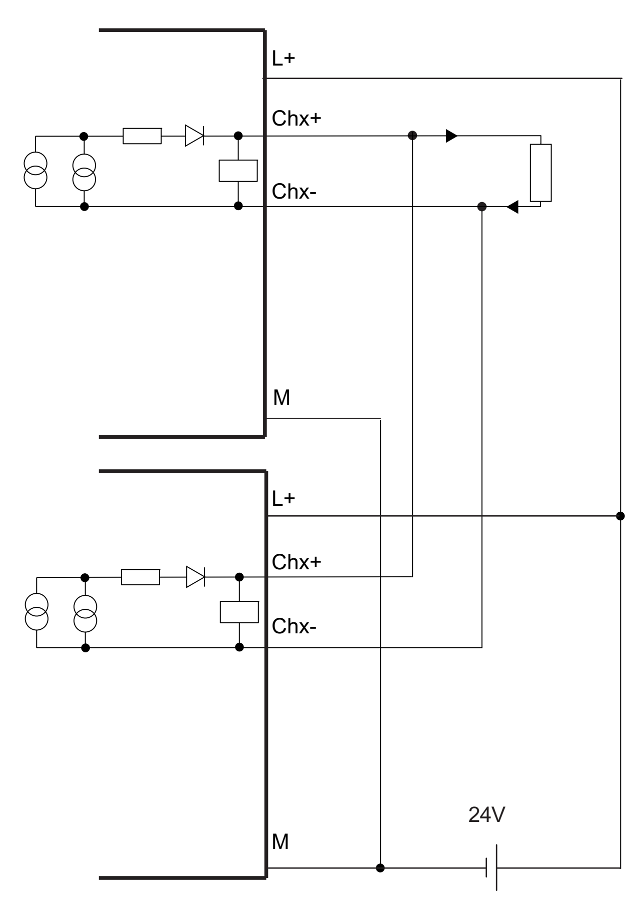


Bild F-33 Verschaltungsbeispiel3 SM 332; AO 8 x 0/4...20mA HART

F.33 SM 431; AI 16 x 16 Bit, 6ES7 431–7QH00–0AB0

Nachfolgendes Bild zeigt den Anschluss eines Sensors an zwei SM 431; AI 16 x 16 Bit. Geeignete Z–Diode BZX85C6v2.

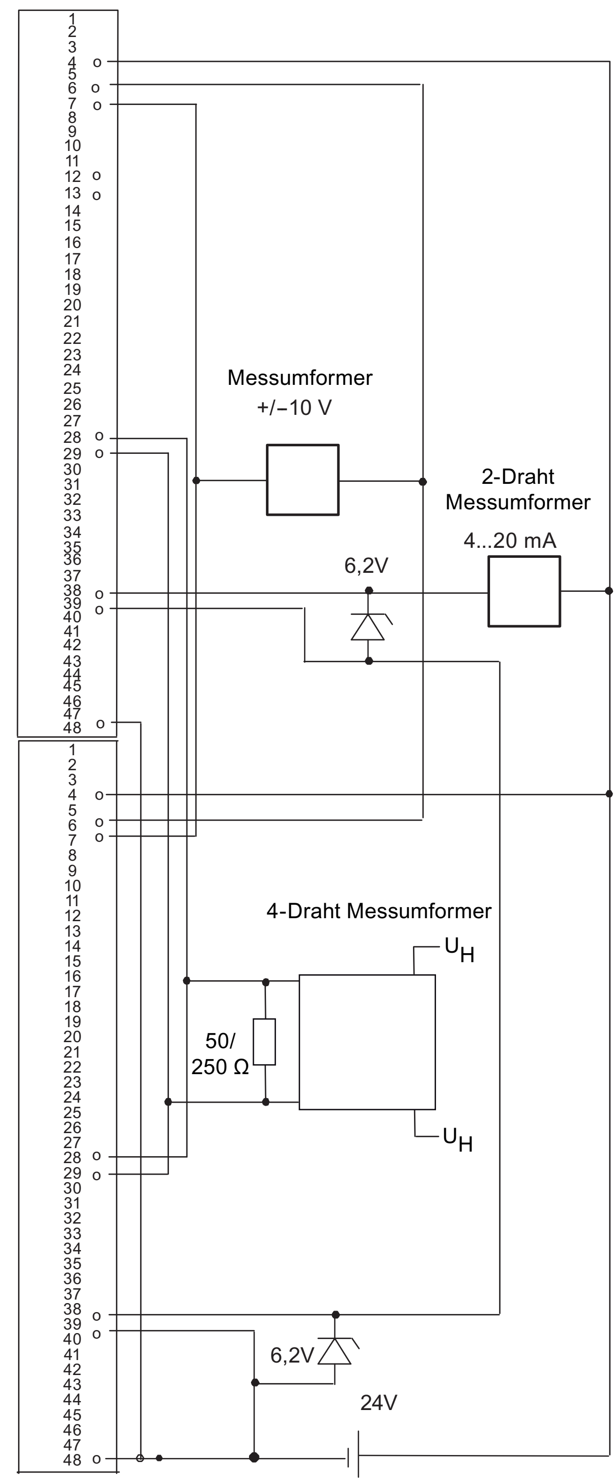


Bild F-34 Verschaltungsbeispiel SM 431; AI 16 x 16 Bit

Glossar

1von2–System

siehe zweikanaliges H-System

Ankoppeln

Im Systemzustand Ankoppeln eines H–Systems vergleichen Master–CPU und Reserve–CPU den Speicherausbau und die Inhalte der Ladespeicher. Werden Unterschiede im Anwenderprogramm festgestellt, aktualisiert die Master–CPU das Anwenderprogramm der Reserve–CPU.

Aufdaten

Im Systemzustand Aufdaten eines H–Systems aktualisiert die Master–CPU die dynamischen Daten der Reserve–CPU.

Einzelbetrieb

Unter Einzelbetrieb versteht man den Einsatz einer H–CPU in einer Standard SIMATIC–400–Station.

fehlersichere Systeme

Fehlersichere Systeme sind dadurch gekennzeichnet, dass sie beim Auftreten bestimmter Ausfälle im sicheren Zustand bleiben oder unmittelbar in einen anderen sicheren Zustand übergehen.

FEHLERSUCHE

Betriebszustand der Reserve–CPU eines H–Systems, in dem die CPU einen vollständigen Selbsttest durchführt.

hochverfügbare Systeme

Hochverfügbare Systemen zielen darauf hin, Produktionsausfälle zu vermindern. Diese Verfügbarkeitserhöhung kann man z.B. durch Redundanz der Komponenten erreichen.

H–Station

Hochverfügbare Station, die zwei Zentralbaugruppen (Master und Reserve) beinhaltet.

H–System

Hochverfügbares System bestehend aus mindestens zwei Zentralbaugruppen (Master und Reserve). Sowohl in der Master– als auch in der Reserve–CPU wird das Anwenderprogramm identisch abgearbeitet.

Master–CPU

Zentralbaugruppe, die als erste der redundanten Zentralbaugruppen angelaufen ist. Sie arbeitet bei einem Verlust der Redundanzkopplung als Master weiter. Sowohl in der Master– als auch in der Reserve–CPU wird das Anwenderprogramm identisch abgearbeitet.

meantime between failures (MTBF)

Mittlere Betriebszeit zwischen zwei Ausfällen und somit Maß für die Zuverlässigkeit einer Baugruppe oder eines Systems.

meantime down time (MDT)

Die mittlere Ausfallzeit MDT (Mean Down Time) setzt sich im wesentlichen zusammen aus der Zeit zur Fehlererkennung und der Zeit, die zur Reparatur oder zum Tausch defekter Baugruppen benötigt wird.

meantime to repair (MTTR)

"meantime to repair" kennzeichnet die mittlere Reparaturzeit einer Baugruppe oder eines Systems, d.h. die Zeit zwischen dem Auftreten eines Fehlers bis zum Beheben des Fehlers.

Peripherie, einkanalig

Von einkanaliger Peripherie spricht man, wenn - im Gegensatz zu redundanter Peripherie - die Ein–/Ausgabebaugruppe für ein Prozess–Signal nur einmal vorhanden ist. Sie kann einseitig oder geschaltet angeschlossen sein.

Peripherie, einseitig

Von einseitiger Peripherie spricht man, wenn eine Ein–/Ausgabebaugruppe nur von einer der redundanten Zentralbaugruppen erreichbar ist. Sie kann einkanalig oder mehrkanalig (redundant) vorhanden sein.

Peripherie, geschaltet

Von geschalteter Peripherie spricht man, wenn eine Ein–/Ausgabebaugruppe von allen redundanten Zentralbaugruppen eines H–Systems erreichbar ist. Sie kann einkanalig oder mehrkanalig (redundant) vorhanden sein.

Peripherie, redundant

Von redundanter Peripherie spricht man, wenn die Ein–/Ausgabebaugruppe für ein Prozess–Signal mehrfach vorhanden ist. Sie kann einseitig oder geschaltet angeschlossen sein. Sprachgebrauch: "redundant einseitige Peripherie" oder "redundant geschaltete Peripherie"

Redundant

Im Systemzustand Redundant eines H–Systems befinden sich die Zentralbaugruppen im Betriebszustand RUN und synchronisieren sich über die Redundanzkopplung.

redundante Systeme

Redundante Systeme sind dadurch gekennzeichnet, dass wichtige Automatisierungskomponenten mehrfach (redundant) vorhanden sind. Bei Ausfall einer redundanten Komponente kommt es zu keiner Unterbrechung in der Programmbearbeitung.

Redundanz, funktionsbeteiligt

Redundanz, bei der die zusätzlichen technischen Mittel nicht nur ständig in Betrieb, sondern auch an der vorgesehenen Funktion beteiligt sind. Synonym: aktive Redundanz.

Redundanzkopplung

Kopplung zwischen den Zentralbaugruppen eines H–Systems für Synchronisation und Datenaustausch.

Reserve–CPU

Redundante Zentralbaugruppe eines H–Systems, die an die Master–CPU ankoppelt. Sie geht bei einem Verlust der Redundanzkopplung in STOP. Sowohl in der Master– als auch in der Reserve–CPU wird das Anwenderprogramm identisch abgearbeitet.

Selbsttest

Bei hochverfügbaren Zentralbaugruppen laufen während des Anlaufs, der zyklischen Bearbeitung und beim Auftreten von Vergleichsfehlern definierte Selbsttests ab. Diese prüfen den Inhalt und den Zustand der Zentralbaugruppen und der Peripherie.

Solobetrieb

Ein H-System geht in den Systemzustand Solobetrieb, wenn es redundant projektiert wurde und nur eine CPU im RUN ist. Diese CPU ist dann automatisch die Master-CPU.

Stop

Bei H–Systemen: Im Systemzustand Stop eines H–Systems befinden sich die Zentralbaugruppen des H–Systems im Betriebszustand STOP.

Synchronisationsmodul

Schnittstellenmodul zur Redundanzkopplung in einem H–System

Vergleichsfehler

Fehler, der beim Speichervergleich in einem H–System auftreten können.

zweikanaliges H–System

H–System mit zwei Zentralbaugruppen

Index

H

I

K

L

M

N

O

P

Q

R

S